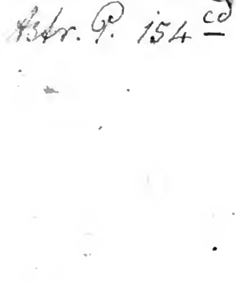


Astr. P. 154 cd

Schmidt, J. F. J.,



Digitized by Google

<36636622040010

<36636622040010

Bayer. Staatsbibliothek

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google



Schattenwurf der Kraterlandschaft des Mondes um Tycho bei untergehender Sonne

Digitized by Google

Digitized by Goog

DER MOND.

Ein Ueberblick

über den

gegenwärtigen Umfang und Standpunkt unserer Kenntnisse

von der

Oberflächengestaltung und Physik

dieses Weltkörpers.

Von

J. F. Jul. Schmidt,

Astronomen der Sternwarte des Prälaten Ritter von Unkrechtsberg
zu Olmütz.

Nebst zwei farbigen Steindrucktafeln und mehreren in den Text gedruckten Holzschnitten.

Leipzig.

Verlag von Joh. Ambr. Barth.

1856.

Digitized by Google

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Digitized by Google

Vorrede.

Die kleine Schrift über die Gebirge des Mondes, welche ich hiermit nicht nur den Astronomen, sondern vorzugsweise auch den Geologen, ausserdem aber allen Verehrern der Naturwissenschaften vorlege, ist gewissermaassen als der Vorläufer eines grösseren selenographischen Werkes zu betrachten, in welchem ich die hinterlassenen Arbeiten Lohrmanns über die Mondgebirge zugleich mit meinen eigenen, im Jahre 1840 begonnenen Beobachtungen über die Oberfläche unseres Erdtrabanten veröffentlichen werde. In Rücksicht auf den grossen Umfang des Materiales und die Schwierigkeit, eine streng wissenschaftliche Arbeit in populärer Weise zu behandeln, schien es mir sehr zweckmässig, alle bisher bekannten Ergebnisse der telescopischen Beobachtung der Mondoberfläche zusammenzustellen, diese einfach zu erläutern, und das Nothwendigste über die Bewegung, Masse, Grösse und Beleuchtung des Mondes wenigstens in so weit anzuführen, dass selbst derjenige diese Schrift mit genügendem Verständnisse wird lesen können, dem die Elemente der Astronomie nur wenig bekannt sind. Es verfolgt dieselbe aber noch den besondern Zweck, darauf hinzuweisen, dass ein sorgfältiges Studium der Gestalt der Mondgebirge für die Geologie von Wichtigkeit werden könne, insofern es sich dereinst um die Nachweisung gewisser Aehnlichkeiten zwischen den Gebirgsformen der Erde und ihres Trabanten, und um eine vergleichende Betrachtung handelt, in welcher man die Wirkungen ungeheurer Kräfte untersucht, die den Oberflächen zweier benachbarten Himmelskörper ihre gegenwärtige Configuration verliehen haben. Bleibt uns auch keine Hoffnung, jemals die natürliche Beschaffenheit der Bestandtheile kennen zu lernen, aus denen die Gebirge des Mondes zusammengesetzt sind, und sehen wir uns auch gänzlich ausser Stande, ähnlich wie in der Geologie, neptunische Formationen von plutonischen Gebirgen unsres Begleiters zu unterscheiden, so steht uns

Digitized by Google

doch die inhaltreiche Untersuchung und Vergleichung der Formen und der Dimensionen bevor, welche fast allein zu einem nützlichen Resultate führen wird.

Unser Wissen von der Oberfläche der in Rede stehenden Körper ist ungeachtet des Reichthums und der Wichtigkeit einzelner Thatsachen, ungeachtet der Vollständigkeit des Ueberblickes, den wir namentlich von der gegenseitigen Lage, Grösse, und Höhe der Gebirge der einen uns zugewendeten Hälfte des Mondes besitzen, doch noch viel zu fragmentarisch, als dass eine strenge Vergleichung und darauf begründete Schlussfolgerung jetzt schon als zulässig erscheinen könnte. Aber es soll auch nur der Anfang gemacht und der Forschung eine neue Bahn eröffnet werden. Die Geologie ist eine noch viel zu junge Wissenschaft, um über alle Formen der irdischen Gebirge genügenden Aufschluss gewähren zu können. Ihre schönen, oft grossartigen und glänzenden Ergebnisse sind nicht überall im Stande gewesen, die Gränzen zu bestimmen, innerhalb welcher das Wasser oder das Feuer die gegenwärtig erstarrten Formen bildete; sie hat noch nicht dahin geführt, eine völlig allgemeine, ganz umfassende Definition des Vulkanismus aufzustellen. Versteht man mit A. v. Humboldt unter Vulkanismus ganz allgemein die Reaction des Innern eines Planeten gegen seine Oberfläche, so sind unter dieser Wirkung, in Betreff der Erde, auch die sämmtlichen neptunischen Formen mit inbegriffen, insofern sie aus ihrer ursprünglich wesentlich horizontalen Lage in eine veränderte Stellung gebracht, umgewandelt oder gänzlich zertrümmert wurden, nicht aber ausschliesslich allein die aus dem Innern der Erde emporgetriebenen, vormals geschmolzenen Felsarten, und es erscheinen die Vulkane nur als vereinzelte Phänomene an den Orten, wo die aufbrechenden Gewalten craterförmige Schlünde, Erhebungscrater mit oder ohne spätere Ausbruchskegel, oder hohe, oben geschlossene Berge bildeten, deren Gestein den ehemals feurig-flüssigen Zustand mehr oder weniger deutlich verräth. Der Vulkanismus hat also, und zwar verhältnissmässig in geringem Grade, nur die mathematisch strenge Gestalt der Erde, die Oberfläche eines Rotationssphäroïdes, verändert, sei es, dass er die schon starre alte Oberfläche verwüstete, oder neue Materien von ganz anderer Zusammensetzung aus der Tiefe der Erde an das Licht brachte, die später hier und dort aufs Neue von Craterbergen, von zahlreichen, jetzt theils thätigen, theils erloschenen Vulkanen durchbrochen wurden.

Digitized by Google

Nach dieser Auffassung, die nur auf die äussere Gestaltung und Lage, so wie auf das relative Alter, dagegen aber auf die Natur der Gesteinsmassen gar keine Rücksicht nimmt, darf man sagen, dass auch die Oberfläche des Mondes in der Gestalt, wie wir sie jetzt schauen, durch den Vulkanismus gebildet worden sei, ohne dabei irgend vorauszusetzen, dass der Mond den irdischen ähnliche Vulkane haben müsse, und überhaupt in Hinsicht seiner Gebirge mit denen der Erde unmittelbar vergleichbar sei. Aber man kann fragen, ob zwischen einzelnen Gebirgsmassen der Erde und ihres Begleiters in Betreff der Richtung, der Höhen und Neigungsverhältnisse, ob zwischen unsern vulkanischen Cratern und den gigantischen Ringgebirgen des Mondes eine solche Uebereinstimmung des Baues sich nachweisen lasse, die auf eine mehr oder weniger ähnliche Art der Entstehung hindeutet; man kann endlich untersuchen, ob für beide Himmelskörper eine Abhängigkeit der Gebirgsrichtungen von den Rotationsaxen stattfinde oder nicht. Es sind die grossen und generellen Züge, und wenn der Ausdruck gestattet ist, die kosmischen Charaktere, aus denen wir die alte Geschichte dieser Weltkörper zu enträthseln versuchen.

Ist die Gefahr auch gross, sich durch scheinbar auffallende Formähnlichkeiten irre leiten zu lassen, so ist doch das bereits vorhandene wissenschaftliche Material hinreichend, um einer oberflächlichen, von Hypothesen ausgehenden Betrachtungsweise kräftig entgegentreten zu können; und wenn ich besonders hervorhebe, dass ich nur beabsichtige, einen neuen Schritt auf diesem kaum betretenen Gebiete zu wagen und zu versuchen, mehr die nothwendigen Vorarbeiten, als meine eigenen Ansichten über die aus jenen zu ziehenden Resultate mitzutheilen, so darf ich vielleicht hoffen, dass man diesen Versuch, dessen eigentliche Ausführung im Speciellen dem grösseren Werke vorbehalten bleibt, mit einiger Nachsicht aufnehmen werde.

Es ist für den Einzelnen sehr schwierig, zu der Kenntniss aller erforderlichen Hülfsmittel, der geologischen Schriften, der Land- und Seecharten zu gelangen, und noch mehr, die meisten und wichtigsten Gebirge der Erde mit eigenen Augen zu sehen. Indessen konnten mich diese Umstände nicht von meinem Plane abschrecken. In der Meinung, dass ein selbstständiges Studium in der freien Natur mit dem Bücherstudium verbunden werden müsse, wenn man in der Geologie nicht gänzlich von zufällig herr-

Digitized by Google

schenden Meinungen abhängig werden will, habe ich meinen siebenjährigen Aufenthalt zu Bonn, und mehr noch häufige Reisen neben andern Zwecken dazu benutzt, viele Gebirge selbst zu sehen und z. Th. näher zu untersuchen, wobei ich freilich vorwiegend meine Aufmerksamkeit den Vulkanen, namentlich den Cratern der Eifel, und neuerdings den berühmten Feuerbergen Italiens zuwandte. Viele Angaben, welche mir gerade für meine Bestrebungen wünschenswerth erscheinen, sind in den Büchern entweder gar nicht, oder nur sehr unvollständig zu finden. In zahlreichen geologischen Werken von verschiedenem Werthe vermisst man eine genügende Darstellung der allgemeinen Formverhältnisse, der Dimensionen und der Böschungen unserer Vulkane, und viele Zahlenangaben, wenn man sie aus verschiedenen Quellen nebeneinanderstellt, verrathen oft deutlich, dass sie nur auf ganz rohen Schätzungen beruhen, oder dass man, was gar nicht selten ist, weder die Toise vom Meter, noch den englischen vom französischen Fusse unterschieden hat. Manche Gebirge sind in mineralogischer Hinsicht überaus sorgfältig beschrieben, aber selten ist damit eine so gründliche Schilderung der Höhen und Formverhältnisse verbunden, wie wir solche in den trefflichen Abhandlungen über den Rucu-Pichincha, den Pico von Teneriffa, über Palma, den Vesuv und Aetna besitzen. Die Formen aber sind es allein, welche der Beobachter des Mondes zu vergleichen hat. Die Gebirge unsers Trabanten können wir nur nach ihrer Gestalt und nach ihren Dimensionen beurtheilen.

Fortgesetzte Messungen und Beobachtungen über die Neigungswinkel der Bergflächen, sei es an einzelnen Höhenzügen, oder an den Wällen grosser Ringgebirge, Constructionen der Bergprofile, ermittelt aus dem Umrisse ihrer Schatten, werden z. Th. schon in dieser Schrift, in viel weiterem Umfange aber erst in dem grösseren Werke vorgelegt werden, um die Vergleichung der Gebirge beider Planeten zu erleichtern und, im Verein mit den topographischen Darstellungen, der Zukunft ein richtiges, viel umfassendes Bild von der heutigen Beschaffenheit der Oberfläche des Mondes zu überliefern. Die mehrerwähnte grössere Selenographie wird erst nach zwei oder drei Jahren erscheinen können. Um inzwischen ein allgemeineres Interesse für den Mond wieder anzuregen, nachdem seit nunmehr 18 Jahren, als die hochverdienstlichen Arbeiten Mädlers veröffentlicht wurden, fast Niemand seine Aufmerksamkeit unserer Nachbarwelt zugewandt hat, um endlich die noch sehr grosse Zahl erheb-

Digitized by Google

licher Irrthümer und ganz grundloser Hypothesen über den Mond zu vermindern, habe ich in meinen Mussestunden in Olmütz diese kleinere allgemein verständliche Schrift entworfen, die fast ganz unabhängig von allen seither über diesen Gegenstand laut gewordenen Ansichten und Hypothesen sich durchweg nur auf eigene Erfahrungen und Beobachtungen stützt, dabei aber, wo es erforderlich schien, auf die Arbeiten früherer Selenographen die gebührende Rücksicht nimmt. Ich habe aus einem häufigen Umgange mit Personen aller Stände und von sehr verschiedenem Grade der Bildung, die oft bestätigte Ansicht geschöpft, dass, sehr wenige Beispiele ausgenommen, eine auch nur annähernd richtige Auffassung von dem gegenwärtigen Zustande unseres Wissens vom Monde nirgends existirt. Alle Fragen, die ich seit zehn Jahren zu beantworten hatte, bezogen sich fast ausschliesslich auf die Bewohner, und, wenn es hoch kam, auf die Gebirge des Mondes, so wie auf die Methoden, diese zu messen. Die vorzüglichen Darstellungen Mädlers schienen in grösseren Kreisen vergessen, und Namen wie Tob. Mayer, Schröter und Lohrmann so gut wie unbekannt. Aber die Erinnerung an eine vor etwa zwanzig Jahren veröffentlichte Abhandlung, in welcher dem berühmten Sir John Herschel Wunderbeobachtungen über die Mondmenschen angedichtet wurden, war überall noch vorhanden, wenn auch oft begleitet von gerechten Zweifeln an der Glaubwürdigkeit einer Schrift, die zum kleineren Theile geistreich, im Uebrigen aber sehr abgeschmackt, nur auf eine grossartige Täuschung des Publikums berechnet sein konnte.

Der Himmelskörper aber, der schon das alte Menschengeschlecht bald zu neugierigen, bald zu ernsteren Fragen angeregt hat, zu Fragen, welche Jahrtausende lang die gleiche Lebendigkeit des Interesses behielten, ohne dass man ausschliesslich nur die Gesetze der Bewegungen zu erforschen bemüht gewesen wäre, verdient, ganz abgesehen von seiner astronomischen Wichtigkeit, vorzugsweise zum Gegenstande wiederholter Betrachtungen und specieller Studien gewählt zu werden. Hypothesen haben wir leider nur zu viel, und die Verwirrung der Ansichten über die Natur auf dem Monde ist eben so gross, als der Misscredit, in welchen dieser Himmelskörper, was die Beobachtung seiner Oberfläche betrifft, bei vielen Gelehrten, freilich in sehr unbegründeter Weise, gerathen ist. Mädler war in diesem Jahrhundert der Einzige nach Lohrmann, der in der würdigsten Weise diesen Miss-

Digitized by Google

credit zu beseitigen suchte, und zwar dadurch, dass er neue Zeichnungen und Messungen lieferte, und sich von unsichern und willkürlichen Hypothesen frei hielt. In derselben Absicht und in derselben, nur etwas weiter gehenden Richtung habe ich seit dem Beginne meiner astronomischen Thätigkeit mich mit dem Monde beschäftigt, und diese Beobachtungen ungeachtet der geringeren Gunst, die ihnen, nicht ohne einigen Grund, an den Sternwarten zu Theil wird, jetzt fünfzehn Jahre lang fortgeführt, ohne mehr als die ersten Fundamente zu einer Unternehmung gelegt zu haben, die, oft gehindert und stets beeinträchtigt durch das traurige Clima des mittleren Europas, mir noch für lange Zeiten das alte ungeschwächte Interesse gewähren wird. Darf ich auch voraussetzen, dass manche Astronomen diese meine Bestrebungen nicht billigen werden, weil solche der Richtung der heutigen Astronomie nicht entsprechen, so tröstet mich dafür vollständig die Hoffnung, die mangelnde Anerkennung von dieser Seite überreichlich durch die Theilnahme der grossen Zahl derjenigen ersetzt zu sehen, die es mit mir ganz in der Ordnung finden, wenn im Laufe jedes Vierteljahrhunderts wenigstens Einer unter den vielen beobachtenden und rechnenden Astronomen sich auch ein wenig mit den Gebirgen des Mondes beschäftigt. Mir kommt es nicht zu, eine Meinung über den relativen Werth verschiedenartiger Richtungen in den exacten Wissenschaften auszusprechen, aber man dürfte es mir nicht übel deuten, wenn ich die Ansicht hege und darnach handle, dass auch jene Bestrebungen für die Erkenntniss der Natur als edel und der ewigen Regsamkeit des menschlichen Geistes angemessen zu erachten sind, deren Resultate nicht in allen Fällen durch Zahlen ausgedrückt oder nach ihrem wahrscheinlichen Fehler gewürdigt werden können.

Rom, den 23. März 1855.

Der Verfasser.



Digitized by Google

Inhaltsverzeichniss.

Digitized by Google

Anhang.

Digitized by Google

Der Mond.

Digitized by Google

Druckfehler,

die man im Voraus verbessern wolle.

Seite 10 Zeile 6 von oben lies ihr statt ihm.
„ 13 „ 16 „ „ „ vermaass statt vermass.
„ 73 „ 10 „ unten „ gewährt statt gewährte.
„ 87 „ 14 „ „ „ Grunde statt Gründe.
„ 102 fehlen in Fig. 3 bei dem Crater *I* links und rechts von *h* die Buchstaben *p* und *q*.



Digitized by Google

Einleitung.

Allgemeine Vorerinnerungen über die Bahn und über die Grösse des Mondes.

Obgleich in dieser Schrift nur beabsichtigt wird, die Oberfläche des Mondes, die Gestalt und Höhe seiner Gebirge zu beschreiben, erscheint es doch rathsam, im Kurzen diejenigen astronomischen Verhältnisse zu berühren, welche zum Verständnisse einer selbst nur in Umrissen entworfenen Selenographie erforderlich sind. Ich beziehe mich dabei überall auf die von Mädler in seinem grossen Werke [1] angeführten Zahlen, und gebe in den Anmerkungen neuere Resultate oder einzelne selenographische Fragmente, welche demjenigen, der sich speciell mit dem Studium des Mondes beschäftigt, vielleicht nützlich sein können. Auf den Sternwarten beobachtet man den Mond, um aus der genauen Angabe seiner Oerter am Himmel die Gestalt und die Veränderungen seiner Bahn durch Hülfe der Rechnung kennen zu lernen. Das sehr schwierige, äusserst verwickelte Problem der wahren Mondbewegung hat selbst in unsern Tagen seine vollkommene, den strengsten Anforderungen genügende Lösung noch nicht gefunden. Den Untersuchungen in dieser Richtung verdanken wir eine sehr gründliche Kenntniss von der Bahn des Mondes und von denjenigen Unregelmässigkeiten seiner Bewegung, welche, bedingt durch die stets veränderliche Einwirkung der Sonne und der Planeten, die Astronomen mit dem Ausdruck „Störungen" bezeichnet haben. Die Messung im Vereine mit der Rechnung ergiebt die scheinbare und die wahre Grösse des Mondes; aus dem Einflusse, den die Gra-

Digitized by Google

vitation des Mondes auf eine gewisse Bewegung der Erdaxe oder auf die Ebbe und Fluth des Meeres ausübt, schliesst man auf die Masse unsers Trabanten, und sind diese Werthe ermittelt, so hat der Schluss auf die mittlere Dichtigkeit der Materie, aus welcher der Mond besteht, so wie auf die Fallhöhen an seiner Oberfläche, keine Schwierigkeit. Nur die innigste Vereinigung der Beobachtungskunst mit der angewandten höheren Mathematik ist im Stande die zahlreichen Hindernisse zu besiegen, welche sich der strengen Lösung des Problems der Mondbewegung entgegenstellen. Diese dem Astronomen von Fach zufallende Untersuchung schliesst die Erforschung der Oberflächenbeschaffenheit des Mondes völlig aus. Die rein astronomische Beobachtung unsers Trabanten bezieht sich ausschliesslich darauf, genau dessen scheinbaren Ort zu irgend einer Zeit anzugeben, und da der Mittelpunkt des Mondes begreiflicher Weise kein Gegenstand der Beobachtung sein kann, so muss der Ort des jedesmalig sichtbar erleuchteten Mondrandes im Sinne der geraden Aufsteigung und Abweichung bestimmt werden, oder mit andern Worten, durch die Beobachtung soll man den scheinbaren Ort des Mondes in Beziehung auf das allgemeine Gradnetz des Himmels finden. Das Verständniss desselben muss hier als bekannt vorausgesetzt werden. Da man aber wegen der meist unvollständigen Erleuchtung der Mondscheibe stets nur den östlichen oder westlichen, den nördlichen oder den südlichen Rand beobachten kann, so folgt, dass eine genaue Kenntniss von dem scheinbaren Durchmesser des Mondes nöthig sei. Die Gelegenheit, jenen Durchmesser direct mit Hülfe eines Micrometers zu bestimmen, ist selten; man ermittelt ihn durch Beobachtung des Vorüberganges des Mondes vor der Sonne oder vor Fixsternen, wobei aber die ganze Complication der Mondbewegung als bekannt vorausgesetzt wird. Ist der scheinbare Durchmesser hinlänglich genau bekannt, so kann jede Beobachtung zweier Ränder auf den Mittelpunkt des Mondes reducirt werden, und man erhält den Ort der Mond-Mitte, wie derselbe dem Beobachter auf der Erd-Oberfläche erscheint. Man kann also sagen, dass die ganze Arbeit des Astronomen, so weit diese den Mond betrifft, sich darauf beschränkt, „zu der Zeit, wenn dieses Gestirn sich im Meridiane seiner Stern-

Digitized by Google

warte befindet, die gerade Aufsteigung des östlichen oder westlichen, und die Declination des nördlichen oder südlichen Mondrandes zu bestimmen." Alles Uebrige, was die Theorie verlangt, ist Sache der Rechnung.

Für unsere Zwecke genügt es, die hauptsächlichsten Resultate über die Umlaufszeit, Parallaxe, Grösse, Dichtigkeit und Libration des Mondes in kurzen Zügen für einen Theil unserer Leser zu erläutern, für einen andern Theil derselben beiläufig in Erinnerung zu bringen.

I. Umlaufszeit des Mondes.

Der Mond bewegt sich in einer Ellipse um die selbst im Raume sich fortbewegende Erde, in derselben gemeinsamen Richtung von Westen nach Osten, welche allen bekannten planetarischen Körpern des Sonnensystems, mit Ausnahme der Uranustrabanten, und gleichfalls vielen Cometen eigen ist. Die Ebene seiner Bahn neigt sich gegen die Ecliptik (Bahnebene der Erde) um den geringen etwas veränderlichen Winkel von ungefähr 5°. Da Erde und Mond gemeinsam sich im Raume bewegen, so muss dieser, wenn er die Erde ausserdem noch umkreisen soll, eine etwas grössere Geschwindigkeit haben; man muss die Raumbewegung des Mondes sich zusammengesetzt denken aus seiner eigenen und der der Erde. Die mittlere Geschwindigkeit der Erde um die Sonne ist etwa 4,1 geogr. Meilen oder 93660 Par. Fuss in einer Secunde; die mittlere Geschwindigkeit des Mondes in seiner Bahn um die Erde dagegen nur 0,13 Meilen, oder 3046 Par. Fuss. Die Bahn des Mondes bildet also keine geschlossene Curve, weil das Centrum seiner Bewegung ebenfalls in steter Bewegung ist, sondern eine Wellenlinie von elliptischer Natur, und als solche würde sie erscheinen, wenn man sie von der Sonne aus beobachten könnte. Nehmen wir für einen Augenblick die Erde als ruhend an, so würde man diejenige Zeit die Umlaufszeit des Mondes nennen, welche verfliesst, während er, ausgehend von einem festen Punkte am Himmel (einem Fixstern) den ganzen Umfang des Himmels durchläuft, bis

Digitized by Google

er zu demselben Punkte wieder zurückkehrt. Diesen Umlauf nennt man den wahren oder siderischen; er ist im Mittel

= 27 Tagen 7 Stunden 43 Minuten 11,5 Secunden.

Da nun aber die Erde ihre eigene Raumbewegung hat, so leuchtet ein, dass der Mond nach der Zeit eines einmaligen siderischen Umlaufes noch einen gewissen Theil seiner Bahn zurücklegen müsse, um mit jener dieselbe gegenseitige Lage in Beziehung auf die Sonne einzunehmen, welche am Anfange dieses Umlaufes stattgefunden hatte. Er gebraucht also zu diesem Umlaufe, welcher der synodische heisst, mehr Zeit, und zwar im Mittel:

29 Tage 12 Stunden 44 Minuten 2,8 Secunden.

Nach diesem Umlaufe richten sich die Lichtgestalten (Phasen) und unsere gewöhnlichen Bezeichnungen des Mondalters, so wie die Sonnen- und Mondfinsternisse.[1]

II. Parallaxe des Mondes.

Der Winkel, unter welchem ein im Mittelpunkte des Mondes befindlicher Beobachter den scheinbaren Halbmesser der Erde am Himmel erblicken würde, heisst die Parallaxe des Mondes. Da aber der Mond seine Entfernung von der Erde ändert, so ändert sich auch die Parallaxe; sie nimmt zu bei abnehmender Entfernung beider Körper und umgekehrt. Gewöhnlich nimmt man diejenige Entfernung des Mondes als die mittlere an, bei welcher die Parallaxe sehr nahe 57 Bogenminuten gross ist. Da nun die Erde keine vollkommene Kugel, sondern wegen ihrer Rotation elliptisch abgeplattet ist, so muss man zwischen der Horizontal-aequatorial- und der Horizontal-polar-Parallaxe unterscheiden. Diese ist $^1/_{300}$ kleiner als jene. Die Entfernung des Mondes von der Erde ändert sich ungefähr zwischen 55000 und 48000 Meilen. Den Zusammenhang zwischen der Veränderlichkeit der Parallaxe und der Entfernung von der Erde ersieht man aus folgenden Zahlen;[2]

Parallaxe.		Entfernung.	Parallaxe.		Entfernung.
53′	30″	55225 geogr. M.	57′	30″	51384 geogr. M.
54	0	54715 -	58	0	50940 -
54	30	54214 -	58	30	50506 -
55	0	53722 -	59	0	50077 -
55	30	53239 -	59	30	49657 -
56	0	52762 -	60	0	49243 -
56	30	52294 -	60	30	48837 -
57	0	51834 -	61	0	48437 -

Die Parallaxe des Mondes ändert sich zwischen den Gränzen 62′ und 53′. Ihr mittlerer Werth ist mit sehr grosser Sicherheit = 57′ 2″32 und diesem entspricht eine mittlere Entfernung der Centra von Erde und Mond = 51800 Meilen.[4] Nach der obigen Erklärung der Parallaxe des Mondes erhellt, dass für einen Beobachter auf dem Monde die Parallaxe der Erde gleich demjenigen Winkel sein müsse, unter welchem wir den Halbmesser des Mondes sehen. Alle astronomischen Angaben, zumal alle auf den Mond bezüglichen Zahlen der Ephemeriden gelten für den Mittelpunkt der Erde, und die Parallaxe ist es, welche für jeden Ort auf der Oberfläche der Erde bewirkt, dass die beobachtete Position des Mondes mit jener der Berechnung nach den Ephemeriden nicht übereinstimmt. Die Parallaxe entfernt den Mond vom Zenith, sie bewirkt, dass er später auf und früher untergeht, sie afficirt Länge und Breite, gerade Aufsteigung und Declination. Aber alle durch die Parallaxe bewirkten Aenderungen des Mondortes am Himmel können in grösster Schärfe berechnet werden, wenn man dabei auf die Abplattung der Erde Rücksicht nimmt. Hat man diese Reductionen ausgeführt, so wird die Beobachtung mit der Vorausberechnung der Ephemeride vergleichbar, und man kann angeben, wie nahe die Beobachtung mit der Theorie übereinstimme.[5]

Abhängig von der Entfernung, oder was dasselbe ist, von der Parallaxe des Mondes, ist nun ferner seine scheinbare Grösse. Der Halbmesser des Mondes wird in der mittlern Entfernung zu 15′ 32″ angenommen[6], und seine Aenderungen liegen zwischen den Gränzen 14′ 41″ und 16′ 45″. Man kann sagen, dass der Monddurchmesser am Himmel beiläufig einen halben Grad, oder dass er gleich dem 720sten Theile eines grössten Kreises am Himmel gross

Digitized by Google

erscheine. Abgesehen von der Entfernung der Mittelpunkte beider Körper, ist der Mond unserm Standpunkte auf der Oberfläche der Erde um so näher, je mehr er sich dem Zenithe nähert. Zwischen der Horizont und Zenithlage des Mondes kann sich seine Entfernung vom Beobachter um 860 Meilen, d. h. um die Länge des Halbmessers der Erde verändern.

Bei dieser Gelegenheit dürfte es angemessen sein, an die allgemein bekannte Sinnestäuschung zu erinnern, nach welcher wir oft den Durchmesser der Sonne und namentlich den des Mondes in ausserordentlicher Grösse zu erblicken glauben, wenn diese Gestirne sich ganz nahe am Horizonte befinden. In der Wirklichkeit existirt keine optische Vergrösserung, sondern es findet aus zwei Ursachen das directe Gegentheil statt. Durch die Refraction oder Strahlenbrechung erscheinen alle Gestirne höher über dem Horizont, als sie ohne dieselbe gesehen werden würden. Ihr Betrag am Horizonte ist etwa 34′. Gesetzt, der untere Mondrand berühre genau die Linie des Horizontes, und der Durchmesser des Mondes betrage zu jener Zeit wirklich zufolge der Rechnung 32′, so würde eine angestellte Beobachtung zu dieser Zeit den senkrechten Durchmesser keineswegs 32′, sondern nur etwa 26′ ergeben. Der horizontale Durchmesser des Mondes bleibt ungeändert, aber die Area der Mondscheibe wird erheblich verringert, und es ist klar, dass wir der Refraction wegen an Fläche den Mond kleiner, nicht aber, wie die Täuschung sagt, grösser erblicken werden. Die zweite Ursache der Verkleinerung des Monddurchmessers liegt, wie schon erwähnt, darin, dass dieser bei steigender Höhe zunimmt, seinen relativ kleinsten Werth also im Horizonte hat. Dies übersieht man leicht aus folgenden Zahlen.[7] Hat der Mond in irgend einer Nacht bei seinem Aufgang 32′ 0″ im Durchmesser, so ist diese Grösse bei

0° Höhe	= 32′	0″	40° Höhe	= 32′	21″
10 -	= 32	6	50 -	= 32	25
20 -	= 32	11	60 -	= 32	29
30 -	= 32	17	70 -	= 32	31

Da es nun aber erwiesenermaassen keine physikalisch zu be-



Digitized by Google

gründende Ursache giebt, welche eine scheinbare Vergrösserung der Sonne oder des Mondes am Horizonte möglich macht, und da zudem eine directe Messung am Horizonte nur eine Verkleinerung nachweist, so bleibt nichts übrig, als eine Sinnestäuschung eigenthümlicher Art anzunehmen, deren ziemlich enge Gränzen jedoch aufmerksamen Beobachtern nicht entgangen sein können. Die mitunter auffallende Vergrösserung der Sonne habe ich z. B. stets nur dann wahrgenommen, wenn die Gegend des Horizontes, welcher sie sehr nahe stand, reichlich mit Gegenständen verschiedener Art und von deutlichen Umrissen, besetzt war. Die Erscheinung blieb dieselbe, wenn dunkle scharf begränzte Wolkenmassen in der Nähe der Sonne standen. Aber in allen Füllen, wenn ich an den Küsten der Ost- und Nordsee, sowie des mittelländischen Meeres, und zwar bei völlig wolkenlosem Horizonte, die Sonne an der fernen Gränzlinie der See untergehen sah, schien sie mir nicht grösser als gewöhnlich. Die Nähe einer Wolke, oder eines in der Richtung der Sonne befindlichen Schiffes, brachte sogleich die Täuschung wieder in Erinnerung. Aehnliches bemerkt man bei dem Untergange der Sonne am Rande weiter baumloser Ebenen. Bei dem Monde finde ich die Täuschung am auffallendsten, wenn er, nahezu voll, noch in der Dämmerung an dem erkennbaren Horizonte aufgeht. Sein Aufgang mitten in der Nacht, sei es am Horizonte der See oder des Landes, zeigt mir wenigstens diese Täuschung wenig oder gar nicht. Man sieht sich stets wieder zu der Erklärung genöthigt, dass wir unwillkürlich die genau oder annähernd uns bewusste Grösse der gleichzeitig mit der Sonne oder dem Monde am Horizont sichtbaren Gegenstände auf die Durchmesser jener Gestirne übertragen, und dass diese Uebertragung mehr und mehr erschwert werde, je mehr der unwillkürliche Vergleich jener sinnlichen Eindrücke an Leichtigkeit verliert. Steigen also Sonne und Mond gegen das Zenith empor, so können wir nicht mehr mit einem und demselben Blicke ihre Durchmesser gegen Bäume und Häuser am Horizont vergleichen. Diese Auffassung lässt wohl dies und jenes zu wünschen übrig, aber von der Wahrheit, deren Aufsuchung vielleicht theilweis einer mathematischen Behandlung fähig wäre, dürfte sie sich nicht allzusehr entfernen.

Digitized by Google

Sie ist übrigens nicht neu, sondern schon vor langer Zeit in ähnlicher Form ausgesprochen worden.[8]

III. Grösse und Masse des Mondes.

Die Mondkugel hat $468\frac{1}{2}$ geogr. Meilen im Durchmesser, $1470\frac{1}{2}$ Meilen im Umfange. Demnach ist sie (nach Mädler)

im Durchmesser	= 3,67	mal kleiner als die Erde.
an Oberfläche	= 13,44	
an Volumen	= 49,25	

Die Oberfläche des Mondes enthält 689240 geogr. Quadratmeilen, der körperliche Inhalt beträgt 53806000 Kubikmeilen. Es würden sonach $49\frac{1}{4}$ Mondkugeln erforderlich sein, um eine Kugel von der Grösse der Erde zu bilden. Die Astronomen wissen aber, dass der Mond auch eine geringere mittlere Dichtigkeit habe, zufolge welcher man nach den Untersuchungen von Lindenau seine Masse $= \frac{1}{88}$ der Erdmasse annimmt.[9] Diese Zahl ist so zu verstehen, dass das Gewicht von 88 Mondkugeln dem Gewichte der einen Erdkugel gleich sei. Man weiss ferner, dass, wenn das Gewicht einer Wasserkugel von der Grösse der Erde = 1 gesetzt wird, das Gewicht der wahren Erdkugel = 5,44 sei, woraus sich leicht das Totalgewicht der ganzen Erdmasse zu ungefähr 130000 Trillionen Centnern berechnen lässt. Der 88ste Theil davon ergiebt für den Mond das Gewicht von ungefähr 1477 Trillionen Centnern: Zahlen, welche an sich unfassbar, wie sehr viele andere in der Astronomie, übrigens ohne wissenschaftlichen Werth sind. Setzt man die Dichtigkeit der Erde = 1, so ist die des Mondes = 0,5614, oder erstere = 5 angenommen, ergiebt sich die des Mondes = 2,8.[10] Hieraus findet man nach anderweitig bekannten Gesetzen die Fallhöhe an der Oberfläche des Mondes in der ersten Secunde = 2,314 Pariser Fuss: eine $6\frac{1}{2}$mal kleinere Schwere, als jene, welche auf der Erde stattfindet.[11]

Digitized by Google

IV. Rotation und Libration.

In derselben Zeit, in welcher der Mond seinen wahren Umlauf um die Erde vollendet, dreht er sich auch einmal um seine Axe, woraus nothwendig folgt, dass er stets nur eine und dieselbe Seite der Erde zuwende. Das Bestreben der Mondkugel, mit völlig gleichbleibender Winkelgeschwindigkeit zu rotiren, erscheint unabhängig von der ungleichförmigen Winkelbewegung des Mondes in seiner Bahn um die Erde, und bewirkt, dass wir während eines Mondwechsels merkliche Verschiebungen aller Flecken auf der Oberfläche unsers Trabanten wahrnehmen. Haben wir z. B. im Vollmonde einen gewissen Flecken genau in der Mitte der Mondscheibe gesehen, so wird dieser, wenn von hier an der Mond 90° in seiner Bahn fortgerückt ist, nicht mehr die Mitte einnehmen, sondern sich um ein gewisses Bogenstück von ihr entfernt haben, z. B. nach Osten. Wir werden einige Tage später bemerken, dass der Flecken sich wiederum der Mitte nähert und diese endlich überschreitet, um sich gegen Westen von ihr zu entfernen. Aehnliche Erscheinungen finden wir an einigen deutlichen, dem Mondrande sehr benachbarten grauen Flecken; sie nähern sich dem Rande, und verlassen ihn wieder; etliche verschwinden, um periodisch wieder hervorzutreten. Zufolge des unmittelbaren sinnlichen Eindrucks hat es demnach den Anschein, als ob gegen unser Auge der Mond im Laufe eines Monates ein wenig hin- und hergedreht würde, so dass die Flecken bald nach links, bald nach rechts sich bewegend gesehen werden. Diese Verschiebung wirkt ungefähr in der Richtung von Osten nach Westen. Eine zweite Ursache verschiebt die Flecken von Norden nach Süden und umgekehrt, und diese liegt in dem Umstande, dass die Mondbahn gegen die Ecliptik um 5° geneigt ist, so dass wir, wenn z. B. der Mond 5° nördlich von der Ecliptik steht, über seinen südlichen Pol hinaus in die jenseitige Hemisphäre etwas hineinblicken können, oder mit andern Worten, dass optisch alle Flecken ihren scheinbaren Abstand vom Südpunkt des Mondes vergrössern. Die erste Verschiebung nennt man die Libration in Länge, die zweite dagegen die Libration in Breite; die stete Gesammtwirkung beider die allgemeine Libration. Vereinigen

Digitized by Google

sich die günstigsten Umstände, d. h. trifft z. B. das Maximum einer westlichen Libration in Länge mit dem Maximum der nördlichen Breite zusammen, so kann (nach Mädler) ein unter dem 40sten Grade der nördlichen oder südlichen selenographischen Breite liegender Flecken, der scheinbaren Mondmitte sich um 10° 24′ nähern, oder um so viel sich von ihm entfernen.[12] Diese Verschiebungen sehen wir also von der Erde aus. Für einen Beobachter auf dem Monde würde die Erdkugel am Himmel langsame Oscillationen um einen gewissen Punkt beschreiben, welche den uns sichtbaren Verschiebungen der Mondflecken analog, dort als eine Libration des mittleren Erdortes aufgefasst werden müssten. Aus der Erklärung der Rotation und Libration erhellt übrigens, dass ein Beobachter in der scheinbaren Mitte der Mondscheibe die Erde in seinem Zenith sehen werde, und dass für ihn die Erde im Laufe eines Monats fortwährend sich periodisch um das Zenith bewegt. Alle für uns als äusserste Randgegenden sichtbaren Mondländer sehen die Erde an ihrem Horizont abwechselnd auf- und untergehen, und jenseits dieser Zone ist die Erde stets unsichtbar. — Alle Unregelmässigkeiten der Mondbewegung, die wir von der Erde aus wahrnehmen, zeigen sich für einen Mondbewohner gleichsam abgespiegelt in den geringen Bewegungen der Erde um einen Punkt, der für seinen Horizont niemals seine Lage ändert.

Eine dritte Art von Libration heisst die parallactische. Zwei Beobachter, der eine am Pole, der andere am Aequator der Erde, erblicken gleichzeitig nicht dasselbe Profil der Mondscheibe; während der Eine in der Mitte der Mondscheibe einen Flecken sieht, findet der Andere denselben Flecken gleichzeitig nicht in der Mitte. Die physische Libration, sehr klein in ihrer Wirkung, ist bis jetzt eigentlich nur theoretisch bekannt; ihren numerischen Betrag, wie gross dieser für die Erde erscheinen müsste, haben die Beobachtungen noch nicht zur Genüge ermitteln können. Für unsern Zweck ist sie übrigens ohne Wichtigkeit.[13]

Zwischen den Ebenen des Mondäquators, der Mondbahn und der Ecliptik finden folgende Beziehungen statt:

1) Die Neigung des Mondäquators gegen die Ecliptik ist constant = $1\frac{1}{2}$ Grad.[14]


Digitized by Google

2) Die Knoten (Durchschnittspunkte) des Mondäquators fallen mit den entgegengesetzten Knoten der Mondbahn in der Ecliptik stets ganz oder äusserst nahe zusammen.
3) Die Ecliptik liegt stets zwischen der Mondbahn und dem Mondäquator.[15]

Diese Angaben mögen genügen; auch sie sind eigentlich für den Zweck dieser Beschreibung der Mondoberfläche entbehrlich und nur zum bessern Verständnisse des letzten Abschnittes mögen sie demjenigen dienen, dem die Weltstellung des Mondes und seine Bewegung nicht mehr deutlich erinnerlich ist und der nicht in der Lage ist, andere Werke hierüber nachzulesen.

V. Historischer Rückblick auf die selenographischen Arbeiten seit den letzten zwei Jahrhunderten.

Von einem speciellen Studium der Oberfläche des Mondes kann vor der Erfindung des Fernrohres (1609) nicht die Rede sein. Es kommen ausserdem nach jener Zeit nur die Bemühungen derjenigen in Betracht, welche die Gebirge des Mondes selbst beobachtet, d. h. gezeichnet, gemessen und beschrieben haben; denn was in älteren Zeiten und nicht weniger in unsern Tagen gewisse Schriftsteller, die nicht selbst Beobachter waren, und denen oft selbst die Elemente der Wissenschaft unklar blieben, über den Mond gemuthmaasst oder gefabelt haben, ermangelt jedes Werthes, und ist dem grössten Theile nach einer ernstlichen Widerlegung durchaus unwürdig. Schon Galiläi hat den Gebirgen des Mondes seine Aufmerksamkeit zugewendet. Er erkannte sie sogleich an ihren veränderlichen Schatten, an der Art und Weise, wie ihre Gipfel langsam aus der Nacht des Mondes leuchtend hervortreten, oder darin erlöschen. Er bemerkte auch die Wirkungen der Libration und war wohl der Erste, der es versuchte, die Berge des Mondes in Zeichnungen darzustellen. Unter den Astronomen des 17ten Jahrhunderts hat sich der ehrwürdige Hevel zu Danzig die meisten Verdienste um eine gründliche Beobachtung der Oberfläche unsers

Digitized by Google

Trabanten erworben, obgleich ihm nur solche Mittel zu Gebote standen, die, wenn auch für ihre Zeit ausserordentlich, uns heutzutage wohl ungenügend und höchst schwierig anzuwenden erscheinen würden. Er unternahm es, den Mond in seinen verschiedenen Lichtgestalten abzuzeichnen, um die Gebirge nach Form und Lage näher kennen zu lernen, um zuletzt eine Generalcharte zusammenzusetzen, welche unter den älteren Mondcharten die beste genannt werden darf, wenngleich sie nur nach dem Augenmaasse entworfen wurde.[16] Hevel gab den Mondbergen und den grauen Ebenen, welche letztere er zweifelnd für Gewässer hielt, die Namen von irdischen Landschaften und Meeren.[17] Sein Zeitgenosse, der Pater Riccioli, der eine sehr mangelhafte Charte herausgab, zog es vor, die Nomenclatur Hevels zu verlassen, indem er den Mondgebirgen die Namen berühmter Männer beilegte, und diese Bezeichnung ist bis jetzt im Gebrauche geblieben.[18] Ausser einigen andern Versuchen wird hier nur die Cassini'sche Charte erwähnt, die, an Detail die Hevel'sche übertreffend, auch nur nach dem Augenmaasse gezeichnet war, und ausser dem historischen Interesse kein anderes beanspruchen kann. Erst um die Mitte des vorigen Jahrhunderts lieferte der berühmte Tobias Mayer eine auf zahlreichen Messungen beruhende, höchst sorgfältig entworfene Charte, die zum ersten Male ein richtiges Bild von der gegenseitigen Lage der Mondgebirge darstellte.[19] Als in dem letzten Viertheile des vorigen Jahrhunderts W. Herschel seine mächtigen Telescope mit so ausserordentlichem Erfolge in Thätigkeit setzte, blieb der Mond fast unberücksichtigt. Der grosse Mann zog es vor, die Tiefen des Himmels zu erforschen, und gegen seine umfassenden Untersuchungen der Fixsternenwelt erscheinen seine reichen Beobachtungen über die Körper unsers Sonnensystems von kleinerem Umfange, ungeachtet dessen sie alles Frühere der Art weit übertrafen. Um dieselbe Zeit aber trat Schröter in Lilienthal bei Bremen als begeisterter Verehrer der beobachtenden Himmelskunde auf. Mit mächtigen, für die Anforderungen seiner Zeit vorzüglichen Spiegeltelescopen, die er meist selbst verfertigte, ausgerüstet, machte er die Gebirge des Mondes zum Gegenstande vieljähriger Untersuchungen; in einem grossen Werke, versehen mit

Digitized by Google

vielen Abbildungen, veröffentlichte er dieselben im Jahre 1791 und 1802.[20] Worin der Werth seiner Arbeiten liege (was bis jetzt nicht völlig genügend erkannt sein dürfte) und weshalb andrerseits SCHRÖTERS stetes Bestreben, neue Veränderungen auf dem Monde zu entdecken, (ehe eine entsprechende topographische Grundlage geschaffen war) weniger unsere Anerkennung finde, kann hier nicht weiter nachgewiesen werden. Seit der Zeit, als SCHRÖTERS Arbeiten aufhörten, ist für die Beobachtung der Mondoberfläche (wenn man gelegentliche Notizen von KÖHLER und KUNOWSKY ausnimmt[21]), bis dahin Nichts geschehen, als LOHRMANN in Dresden den Entschluss fasste, die noch immer fehlende, nach richtigen mathematischen Principien zu entwerfende Topographie des Mondes zu liefern. Versehen mit guten Hülfsmitteln, talentvoll, umsichtig, präcis in seinen Arbeiten, widmete er sich jahrelang der speciellen Beobachtung des Mondes, zeichnete alle deutlich erkennbaren Gebirge, und vermass die hauptsächlichsten derselben für die richtige Lage im Gradnetze seiner Charte, ohne sich jedoch auf Höhenmessungen der Berge einzulassen, die schon von HEVEL versucht, von SCHRÖTER in sehr vielen Beispielen praktisch ausgeführt wurden. LOHRMANN theilte seine Charte in 25 Sectionen, von denen 4 in einem besondern Werke im Jahre 1824 erschienen sind.[22] Die Freude, seine grosse und herrliche Arbeit vollendet seinen Zeitgenossen übergeben zu können, ist ihm nicht zu Theil geworden. Ihn überraschte der Tod, als die Redaction des Werkes und namentlich der Stich der vorzüglichen Charte noch kaum zur Hälfte beendet war.

Unabhängig von dem Werke LOHRMANNS, unabhängig von sämmtlichen früheren Beobachtungen des Mondes und im Besitze jener Eigenschaften, die an LOHRMANN gerühmt wurden, begann MÄDLER unter der Beihülfe von W. BEER, im Jahre 1830 seine umfassende Arbeit über den Mond, deren Resultate, eine grosse topographische Charte auf 4 Blättern und eine specielle Selenographie, im Jahre 1837 veröffentlicht wurden.[23] Sie hat verwirklicht, was LOHRMANN erstrebte; sie hat die seither mangelnde Basis geliefert und ein Abbild vom Monde geschaffen, mit dem alle früheren nicht weiter verglichen werden können. Nur LOHRMANNS noch unedirte Werke

Digitized by Google

sind es, welche nicht nur den Vergleich aushalten, sondern in allen Beziehungen mit denen Mädlers um den Preis der Vortrefflichkeit ringen, und für die späteste Zukunft der Selenographie von höchstem Werthe bleiben werden.

Lohrmann beschränkte sich in dem ersten Theile seiner Mondbeschreibung darauf, die Resultate seiner Messungen bekannt zu machen, und die in den vier ersten Sectionen dargestellten Berglandschaften zu erklären, wobei er jede Muthmaassung, jede gewagte Hypothese vermied; und dies war um so wichtiger, als schon zu jener Zeit Gruithuysens phantastische Ansichten über das Leben auf dem Monde ein Heer von Hypothesen heraufbeschworen hatten, die theilweis bis auf den heutigen Tag noch fortdauern, sich mitunter noch einer gewissen Berühmtheit erfreuen und einem grossen Theile des wissbegierigen Publikums den wahren Standpunkt einer vorurtheilsfreien ernsten Naturbetrachtung verrücken. Hatte Gruithuysen in seiner Phantasie bereits längst alle Gränzen des Wahrscheinlichen überschritten, so gingen seine Anhänger, denen, wie man aus ihren Schriften sieht, jede Fähigkeit zum selbstständigen wissenschaftlichen Urtheil mangelt, noch weiter, und so ist es gekommen, dass man heutzutage gewöhnlich nur im Scherze Fragen über den Mond an den Astronomen richtet und Meinungen aufstellt und behaupten zu können glaubt, welche, auch bei einer nur oberflächlichen Kritik, sich sogleich als wenig entfernt vom Absurden und Lächerlichen darstellen müssen. — Mit demselben Ernste wie Lohrmann und als erfahrungsreicher Astronom von Fach (welcher Eigenschaft Lohrmann sich nicht rühmen konnte) hat Mädler in seinem grossen Werke sich ebenfalls auf eine nüchterne Beschreibung der Berglandschaften beschränkt, und nur in einigen Schlussbemerkungen das Gebiet der Vermuthungen berührt, so weit dies durch naheliegende Analogien gerechtfertigt erscheinen konnte. Lohrmann und Mädler lehren uns die Gebirgsformen des Mondes kennen; Mädler zeigt ausserdem noch gelegentlich, was (so viel zu wissen vergönnt ist) auf dem Monde nicht ist, und nicht sein kann.

Achtzehn Jahre sind nun seit der Herausgabe des Mädlerschen Werkes verflossen, und seit jener Zeit ist keine neue selbst-

Digitized by Google

ständige Arbeit über die Gebirge des Mondes bekannt geworden. Von den mit allen Hülfsmitteln ausgerüsteten Staatssternwarten ist eine solche überhaupt nie ausgegangen. Dies darf weder befremden, noch Tadel erregen, wenn man erwägt, dass die specielle und dazu vieljährige Untersuchung eines einzelnen Himmelskörpers nicht die Aufgabe der astronomischen Praxis sein kann, deren ganze Thätigkeit vollständig dadurch in Anspruch genommen wird, zunächst nur Ortsbestimmungen zu liefern, die Bewegung vieler Gestirne zu ermitteln und der hochausgebildeten Theorie Genüge zu leisten. Es ist kaum nöthig, daran zu erinnern, wie glänzend gerade seit den letzten 18 Jahren das Wirken der Astronomen gewesen ist; wir verdanken ihnen ausser grossen theoretischen Arbeiten, ausser unschätzbaren Sammlungen regelmässiger Beobachtungen der Sternörter, noch die Entdeckung von mehr als 30 Planeten und einer weit grössern Zahl von Cometen: ein Ergebniss, welches in der Art keine frühere Epoche dieser Wissenschaft aufzuweisen hat. Auch die Betrachtung einzelner Planeten und der Sonne ist nicht ganz vernachlässigt worden; namentlich hat man die Vielheit der Saturnsringe, die Streifen des Jupiter, die Flecken der Sonne durch sehr zahlreiche Beobachtungen näher kennen zu lernen versucht, wobei indessen nicht zu übersehen ist, dass hierin sich die Privatsternwarten das meiste Verdienst erworben haben. — Es bedurfte nur dieser kurzen Andeutungen, um das Verdienst der jetzigen Astronomen da herauszuheben, wo Jemand geneigt sein möchte, es zu verkennen.

Der rein wissenschaftliche Theil der Sternkunde ist verschieden von der Summe gewisser Thatsachen, die als vereinzelte Resultate der Beobachtung dastehen. Wer den erstern wählt, fühlt sich nach Maassgabe seiner rein theoretischen Bestrebungen eben so sehr in Anspruch genommen als befriedigt, als dass er die Ermittelung der numerischen Werthe nicht gern Andern überlassen sollte; und wer Sterne zu beobachten, d. h. im astronomischen Sinne, nicht dieselben im Fernrohre nur anzusehen, sondern ihren Ort zu bestimmen, ihre Bewegung oder ihre Dimensionen zu messen hat, ist wegen der Grösse der heutigen Anforderungen so beschäftigt, dass er nicht nur auf die häufige Betrachtung der Ober-

Digitized by Google

flächenbeschaffenheit einzelner Himmelskörper, sondern auch auf manches Andere verzichten muss, was sonst das Wissen zu fördern und den Reiz des Lebens zu erhöhen geeignet ist. Die untergeordnete Bedeutung, welche man oft der physischen Himmelsbetrachtung zuschreibt, hat auch darin ihren Grund, dass die isolirten und zum Theil unsichern Wahrnehmungen an einzelnen Gestirnen keinen bestimmten Zusammenhang mit andern Disciplinen der Naturwissenschaft zeigen; aber sie werden es dereinst, und die Mangelhaftigkeit unsers Wissens in dieser Beziehung, so wie die Schwierigkeit, hierin Sicheres zu erfahren, giebt keinen Grund, Bestrebungen in dieser Richtung ganz einzustellen, oder, wie leider auch geschieht, geringschätzig zu beurtheilen, oder gar zu verhindern. Wenn ein grosser und berühmter Astronom sich herablässt, selbst über Dinge, die sich der Eleganz einer streng mathematischen Behandlungsweise nicht rühmen können, zu reden oder zu schreiben, so nennt man dies, und gewiss in manchem Falle nicht mit Unrecht, Vielseitigkeit; aber wer sich mit physischen Beobachtungen beschäftigt und nicht als Autorität gilt, wird im Falle des Wohlwollens von den Gelehrten der sogenannten strengen Richtung jedenfalls den Rath vernehmen, die Zeit nicht zu zersplittern und sich consequent nur erfolgverheissenden Studien zuzuwenden. Hierin ist, das muss man billig zugeben, viel Wahres; allein die Privatansicht Einzelner über das, was dem Fortschritt der Wissenschaft im Ganzen Noth thue und welcher Werth gewissen noch auszufüllenden Lücken beizumessen sei, hat noch nicht zur Folge, dass man nicht bei einer andern Richtung der Bestrebungen Alles selbst prüfen und das Beste für sich behalten sollte. Was Conjecturalastronomen, die nie selbst beobachteten, durch Aufstellung gewisser Analogien in das gelehrte und ungelehrte Publikum gebracht haben, ist zumeist ohne Belang und berührt die Wissenschaft selbst durchaus nicht, sondern erregt nur ein temporäres Interesse wegen der Verwirrung der Ideen, die dadurch angerichtet wird, oder wegen der Leichtgläubigkeit, die im grössten Umfang sich kundgiebt, wenn auffallende und wunderbare Dinge von den Himmelskörpern erzählt werden. Was dagegen Physiker mitunter aus dem mehr astronomischen Gebiete (im Gegensatze zu den irdischen Phänomenen) in

Digitized by Google

ihre Studien aufgenommen haben, verheisst für die Zukunft die schönsten Erfolge und es giebt sich vielfältig das Bestreben kund, die Ideen zu erweitern, den Standpunkt der Naturbetrachtung zu erhöhen und gewisse Erscheinungen nicht mehr ausschliesslich auf die Erde beschränkt zu wähnen, sondern sie aufzufassen als Wirkungen universeller Gesetze, die, ähnlich der Gravitation, den Himmelskörpern insgemein eigenthümlich sind. So hat man lange den Magnetismus für ein der Erde eigenthümliches Phänomen gehalten; aber seit man den geringen Einfluss des Mondes und den grössern, in 11jähriger Periode wirksamen der Sonne auf die drei Phasen der erdmagnetischen Kraft, auf die Variation, Inclination und Intensität erkannt hatte, musste man aufmerksam werden auf die Beziehungen, welche in Hinsicht des Magnetismus ungeachtet der grossen Entfernungen zwischen der Erde, ihrem Begleiter und der Sonne stattfinden. So wird in Zukunft auch der Mond den Geologen ein neues Mittel darbieten, in einem Ueberblicke die Oberflächengestaltung eines Himmelskörpers aufzufassen, und die Resultate einer gründlichen Forschung über die Mondgebirge mit denen zu vergleichen, welche durch mühevolle und in ihrer Deutung oft noch zweifelhafte Beobachtungen über die Genesis des Erdkörpers nach und nach errungen worden sind. Zu diesem Ziele hin ist der Weg noch lang; nicht Jeder weiss die Schwierigkeiten zu würdigen, welche sich der telescopischen Betrachtung und namentlich einer definitiven Deutung der Formen auf dem Monde entgegenstellen; ein umfassendes geologisches Wissen genügt nicht, um durch den blossen Anblick einer Mondcharte sogleich die richtige Erklärung zu finden, und die völlige Vertrautheit mit allen Gebirgsformen des Mondes reicht nicht hin, dieselben ohne Weiteres mit ähnlichen Formen auf der Erde zu vergleichen. So bleibt Alles Stückwerk; der Geologe ist nicht Astronom und umgekehrt, und zwei Jahrhunderte der regsten wissenschaftlichen Thätigkeit nach allen Richtungen waren nicht im Stande, den Nutzen, den die Erdkunde von der speciellsten Beobachtung der Mondoberfläche dereinst wird ziehen können, einigermassen fühlbar zu machen.

Digitized by Google

VI. Besondere Versuche, die Oberfläche des Mondes darzustellen.

In dem vorigen Abschnitte sind die Bemühungen derjenigen Beobachter besprochen worden, denen wir Mondcharten verdanken, die nach Zeichnungen und Messungen am Fernrohre entworfen wurden. Es bleibt noch übrig, an Versuche zu erinnern, durch welche man das Bild des Mondes photographisch, oder nach der Methode Daguerres fixiren wollte, endlich an die plastischen Darstellungen. Als Daguerres grosse Erfindung bekannt wurde, dachte man bald daran, durch das Verfahren, Lichtbilder zu erzeugen, auch die Himmelskörper zu fixiren, wobei man sich freilich mitunter sehr übertriebenen Hoffnungen hingab. Es ist schwer einzusehen, wie man so Vieles von der Anwendung des Microscops auf das Daguerrotyp erwarten konnte, da doch bekannt sein musste, dass man in dem Maasse, wie das fixirte Bild vergrössert wird, auch die zahllosen Amalgamkügelchen, welche das Bild erst sichtbar machen, und die feinen Risse in der Politur der Platte mit vergrössert, dass man über eine gewisse Gränze hinaus die Feinheit des Bildes nicht weiter verfolgen könne. In der That ist in dieser Richtung auch nicht viel geleistet worden; eine besondere Erwähnung verdienen aber die beiden folgenden, mir bekannten Daguerrotype des Mondes. Von diesen ist das eine auf der Königsberger Sternwarte, woselbst Dr. Wichmann durch Berkowsky den nahezu vollen Mond fixiren liess, indem der Daguerre'sche Apparat mit der Rotationsaxe des 8füssigen Heliometers in Verbindung gesetzt wurde. Dieses nicht 2 Zoll breite Bild ist in hohem Grade vollkommen in seiner Art; es zeigt sehr feine Lichtunterschiede der Mondscheibe in grosser Deutlichkeit und giebt den Charakter des Vollmonds viel treuer, als es je eine gezeichnete Charte darzustellen im Stande sein wird. Aber schon die Anwendung einer starken Loupe lässt die Rauheiten der Platte erkennen, und man findet überhaupt, dass ein solches Bild erst dann von Nutzen sein werde, wenn man ihm bei derselben Helligkeit und Präcision einen 5 bis 7 mal grösseren Durchmesser geben kann.[24] Das andere

Daguerrotyp ist im Besitze A. v. HUMBOLDTS; es zeigt in einem nicht 3 Zoll grossen Bilde den sichelförmigen zunehmenden Mond, und man sieht an seiner zackigen Lichtgränze deutlich die grössern inwendig beschatteten Ringgebirge, und mitunter deren Centralberge. Dem Königsberger Bilde steht es indessen an Schönheit und Helligkeit merklich nach.[25]

Als bessere Mondcharten vorhanden waren, mochte man mitunter daran gedacht haben, die Gebirge unsers Trabanten auch plastisch darzustellen. Indessen scheint man sich an dieses Unternehmen erst in neueren Zeiten gewagt zu haben, und man darf glauben, dass vor der schön durchgeführten Arbeit der Gemahlin MÄDLERS, welche die gebirgige Halbkugel des Mondes in Wachs nachbildete, etwas derartiges nicht versucht worden sei.[26] Solche Reliefdarstellungen sind von mannigfachem Nutzen; sie versinnlichen gewissermassen handgreiflich in einem Ueberblicke, was oft mühsame vieljährige Beobachtungen zusammenfügen mussten; sie kommen der sinnlichen Anschauung bedeutend zu Hülfe und man kann die Wirkung der Verkürzungen auf der Kugelfläche und den Schattenwurf der Gebirge am Relief mit Leichtigkeit zum Verständnisse bringen. Aber auch wenn man einzelne genauer erforschte Mondgebirge nach grossem Maasstabe in Reliefgestalt ausführt, ist der Nutzen nicht zu verkennen, wenn es sich um eine specielle Vergleichung der Gebirgsformen des Mondes mit denen unserer Erde handelt. Diese Ansicht, deren vorsichtige und gründliche Verfolgung dereinst noch ein besonderes Interesse erlangen kann, hat mich im Jahre 1849 zu Bonn veranlasst, das Talent des dortigen Conservators der naturhistorischen Museen, Herrn TH. DICKERT, für solche Darstellungen anzusprechen. Die ersten Versuche, welche Mondgebirge auf Gypsplatten von 4 Quadratfuss nachbildeten, fielen so befriedigend aus, dass beschlossen wurde, unter Zugrundlegung der MÄDLER'schen Charte die ganze sichtbare Hemisphäre des Mondes nach dem bedeutenden Maasstabe von 18 Pariser Fuss Durchmesser in Reliefform auszuarbeiten. Dies grosse und seltene, unter meiner Aufsicht ausgeführte Unternehmen ist dem thätigen und geschickten Künstler vollständig gelungen, nachdem er ohne erhebliche Unterbrechung 5 Jahre daran gearbeitet hatte.

Digitized by Google

Das Relief giebt bei einer allgemeinen gleichförmigen Beleuchtung das bunte Aussehen des Vollmondes wieder; seine Halbkugelform gestattet die Nachahmung der Phasen, und wendet man eine scharfe seitliche Beleuchtung an, so entwickelt sich der Schattenwurf der Gebirge in so überraschender und prachtvoller Weise, dass man sich leicht der Täuschung hingiebt, als beobachte man die Landschaften des Mondes an einem stark vergrössernden Fernrohre.[27]

VII. Gradnetz der Mondkugel.

Aehnlich, wie man die Oberfläche der Erde oder die Sphäre des Himmels durch ein System von Kreisen eintheilt, um für Ortsbestimmungen einen Haltpunkt zu gewinnen, giebt man der Mondkugel ein analoges System, um die Lage ihrer Gebirge nach Längen und Breiten angeben zn können. Das Gradnetz der Erde ist mit dem des Himmels identisch, man kann das Letztere so auffassen, als habe die im Mittelpunkte des Himmelsgewölbes ruhende Erde vermöge ihrer Rotation das Gradnetz am Himmel beschrieben; indem man ihre Drehungsaxe unendlich verlängert, bezeichnet sie die beiden Welt-Pole; ein unendlich verlängerter Radius ihres Aequators beschreibt unter den Sternen den himmlischen Aequator, und ebenso beschreiben die unendlich verlängerten Radien beliebiger geographischer Breiten die Parallelkreise des Himmels. Der erste Meridian auf der Erde ist willkürlich, z. B. der von Ferro, worunter derjenige zu verstehen ist, der 20° 0′ 0″ westlich vom Meridian der Pariser Sternwarte absteht. Der erste Meridian des Himmels wird durch den Durchschnittspunkt der Ecliptik mit dem Aequator (in der Frühlingsnachtgleiche) bestimmt; er ist veränderlich wegen der Präcession. Bei dem Monde ist die Bestimmung eines mittleren Gradnetzes mit Schwierigkeiten verbunden, indem alle darüber angestellten Beobachtungen von sämmtlichen Unregelmässigkeiten der Mondbewegung behaftet erscheinen. Man muss die Beobachtungen von der Wirkung der Parallaxe, und streng

Digitized by Google

genommen, von der Wirkung aller aus vier Ursachen auftretenden Librationen, jedenfalls aber von dem Einflusse der gewöhnlichen Libration befreien. Geschieht dies, so findet man in Rücksicht auf gewisse Punkte der Mondscheibe den mittlern Meridian, welcher die uns zugewendete Seite von Norden nach Süden halbirt; man findet ferner den Aequator, welcher die Mondscheibe in der Richtung von Osten nach Westen halbirt. Erscheinen beide Curven, Aequator und erster Meridian, von der Erde gesehen als gerade Linien, so stellt sich der Mond in der Lage seiner mittleren Libration dar. Diese Lage wählt man für die Chartenzeichnung, in der das Netz nach der orthographischen Projection entworfen wird. Eine solche Charte bezieht sich demnach auf den Anblick des Mondes aus unendlicher Entfernung, und alle von der Kugelkrümmung abhängenden Verkürzungen in den Gebirgsgestalten werden sehr nahe so wiedergegeben, wie sie von der Erde betrachtet im Fernrohre gesehen werden. Von dem ersten mittleren Meridiane an zählt man nun die Längen bis 90° nach Westen als positiv und bezeichnet sie durch +, zum Unterschiede von den bis 90° nach Osten gezählten Längen, denen man das Zeichen — vorsetzt, und die man negative Längen nennt.

Steht der Mond im Süden am Himmel, so ist, wenn wir ihn ansehen, die nach rechts gelegene Hälfte seiner Scheibe in der That nach Westen gerichtet, die linke dagegen nach Osten. Hiervon ausgehend, darf es nicht befremden, wenn gesagt wird, dass die zunehmende Beleuchtung der Mondlandschaften, also der Aufgang der Sonne, im W e s t e n beginne, und dass sie nach O s t e n fortschreite. In dem letzten Abschnitte dieses Buches, woselbst von dem Tage und von der Nacht auf dem Monde die Rede ist, habe ich den erwähnten Gebrauch in der Selenographie nicht berücksichtigt, sondern nach unserer irdischen Anschauungweise Westen diejenige Gegend am Horizont des Mondes genannt, wo die Sonne untergeht, Osten diejenige, wo sie sich erhebt, und zwar geltend für einen Beobachter, der sich im Geiste auf die uns zugewendete Seite des Mondes versetzt. Vom Aequator an rechnet man die Breitengrade 90° gegen Norden positiv und 90° gegen Süden negativ. Man ist sonach im Stande, ganz wie auf der Erde eine Stadt, oder am Himmel einen Stern, auf

Digitized by Google

dem Monde ein Gebirg nach seiner Länge und Breite anzugeben.

Vorzugsweise vier Selenographen haben sich damit beschäftigt, eine gewisse Anzahl der hauptsächlichsten Punkte auf dem Monde nach Länge und Breite zu bestimmen. Tob. Mayer war der Erste; nach ihm machte Lambert derartige Bestimmungen.[28] Durch die umfassenden Arbeiten von Lohrmann[29] und Mädler[30] sind zahlreiche Punkte auf dem Monde mit einer Genauigkeit festgestellt worden, wie solche nicht von allen Ortsbestimmungen auf unserer Erde gerühmt werden kann. Einige Beispiele werden darüber Aufschluss geben können. Die genaueste Ortsbestimmung auf dem Monde ist die des kleinen Craters Mösting *A*, dessen östliche Länge Wichmann aus 50 Beobachtungen = 5° 13′ 23″, dessen südliche Breite = 3° 10′ 55″ bestimmt hat. Der von der Erde aus gesehene Fehler wird von Wichmann zu ½ Bogensecunde, der vom Mittelpunkte des Mondes gesehene oder der selenocentrische Fehler aber zu 50″ geschätzt.[31] Der Genauigkeit nach folgt sodann die Ortsbestimmung des Centralgebirges im Crater Manilius nach Tob. Mayer, Nicollet und Bouvard.

Ortsbestimmung des Craters Manilius:

Länge	9° 2′6 West.	Breite	14° 34′1 Nord.;	nach	27 Beob.	von	T. Mayer.[32]
„	8° 47′0 „	„	14° 27′1 „	„	50 „	„	Nicollet.[33]
„	8° 46′9 „	„	14° 26′8 „	„	124 „	„	Bouvard.

Unter den 27 Messungen Mayers beträgt die Abweichung der einzelnen Beobachtungen vom Mittel, was die Maxima anlangt, in Länge + 31′ und —40′, in Breite + 21′ und —17′. Jedenfalls verdienen die Beobachtungen der französischen Astronomen, abgesehen von ihrer vermuthlich grösseren Genauigkeit, deshalb den Vorzug, weil zu ihrer Zeit die Elemente der Mondbahn bereits schärfer bekannt waren.

Vergleichen wir die Messungen Mayers mit denen von Lohrmann, so haben wir beispielsweise:

Digitized by Google

Ortsbestimmung des Craters Dionysius:

nach Mayer:				nach Lohrmann:			
1	westl. L. = 17° 22'	nördl. Br. = 3° 9'		1	westl. L. = 17° 2'2	nördl. B. = 2° 54'8	
2	„ 17 11	„ 2 41		2	„ 17 29'3	„ 2 55'5	
3	„ 17 54	„ 2 38		3	„ 17 23'2	„ 2 54'3	
4	„ 17 14	„ 3 7		4	„ 17 36'2	„ 3 1'6	
5	„ 17 14	„ 2 59		5	„ 16 56'6	„ 2 47'1	
6	„ 17 17	„ 2 54		6	„ 16 46'8	„ 2 38'8	
7	„ 16 50	„ 2 46		7	„ 18 0'0	„ 2 58'2	
8	„ 17 3	„ 3 11		8	„ 16 54'0	„ 2 37'1	
9	„ 17 28	„ 2 47					
Mittel:	17° 17'0	2° 54'7		Mittel:	17° 8'7	2° 50'9	

Grösste Abweichungen vom Mittel:

bei Mayer in Länge: + 11' und —27'; in Breite: + 16' und —14'
bei Lohrmann in Länge: + 51' und —21'; in Breite: + 11' und —14'

Untersucht man die einzelnen Resultate Lohrmanns und Mädlers genauer, so findet man, dass in Länge sowohl als in Breite Abweichungen von $1/2^{0}$ zu beiden Seiten des Mittels sehr gewöhnlich sind, wobei aber nicht zu übersehen ist, dass diese Grösse, von der Erde betrachtet, nur unter einem sehr geringen Winkel erscheint.[34] Man bemerkt zugleich, dass Mayers Beobachtungen, einzeln genommen, den Messungen Lohrmanns und Mädlers an Genauigkeit gleichkommen, welcher Umstand aufs Neue das glänzende Talent des unvergesslichen Astronomen bewährt. Nur die Mittelzahlen seiner Beobachtungen haben wegen der vor 100 Jahren gebräuchlichen Reductionselemente nicht jene Sicherheit, welche man denen der Selenographen unserer Zeit zuschreiben darf.

Es ist keinem Zweifel unterworfen, dass heut zu Tage die meisten geographisch und nautisch wichtigen Punkte auf unserer Erde nach Länge und Breite genauer bestimmt seien, als die Hauptpunkte auf dem Monde. Der Ort einiger Sternwarten, d. h. deren Abstand vom Aequator und Längenunterschied gegen den Meridian von Ferro ist mit solcher Schärfe ermittelt, dass namentlich in Betreff der Breite der noch zu befürchtende Fehler nur in den Decimalen der Secunde zu suchen sein möchte. Die geographische Position vieler Städte, Berge und Inseln ist innerhalb einer Bogenminute sicher. Von einer grossen Zahl anderer Punkte an

Digitized by Google

sehr entfernten Küsten, die nur wenig besucht werden, oder wo die Ungunst der Umstände und geringere Sorgfalt der Beobachter nachtheilig einwirkte, darf eine erhebliche Unsicherheit vorausgesetzt werden. Vor einem halben Jahrhundert fand A. v. Humboldt die von früheren Geographen ermittelte Lage der berühmten Stadt Mexico nahe um 2^0 fehlerhaft. Viele Längen und Breitenbestimmungen der Seefahrer, die nicht auf directen astronomischen Beobachtungen beruhen, sondern nur aus dem beiläufig geschlossenen Chronometergange und der Schiffsrechnung abgeleitet wurden, sind namentlich in der Länge mitunter um $\frac{1}{2}^0$ von einander abweichend. Dies fand wenigstens am Anfange dieses Jahrhunderts noch in manchen Fällen statt. Man darf aber gewiss annehmen, dass durch die seit den letzten 50 Jahren viel grossartiger entwickelte Schifffahrt und durch die strengere Anwendung der nautischen Beobachtungsmethoden viele Fehler der früheren Zeit verbessert sein werden.[35]

VIII. Ursachen, welche zu verschiedenen Zeiten die Mondgebirge verändert erscheinen lassen.

Abgesehen von den optischen Veränderungen, welche die Mondgebirge nach Lage und Gestalt einmal durch die Verkürzungen auf der Kugelfläche, dann aber durch die Wirkungen der Libration erleiden, giebt es andere, welche meist in viel höherem Grade den äusserlichen Habitus einzelner Berge oder ganzer Landschaften afficiren, oder temporär völlig umzugestalten scheinen. Diese Wirkung hat ihren Grund in der wechselnden Beleuchtung der Gebirge durch die Sonne.

Für alle Mondlandschaften, welche wir bei zunehmender Phase hart an der Lichtgränze erblicken, ist seit Kurzem der Tag angebrochen; es hat für ihren Horizont der Aufgang der Sonnenscheibe ganz oder theilweis stattgefunden.[36] An der Lichtgränze der abnehmenden Phase sieht man vom Monde aus den Untergang der Sonne. Nach Maassgabe ihrer Höhe werfen sodann die Gebirge mehr oder

Digitized by Google

Digitized by Google


West
B
C
D
E

image
not
available

Digitized by Google

weniger lange Schatten, deren schwarze, oft haarscharf endende Gestalten einen überaus schönen Anblick gewähren.[37] Die tiefen Crater und Ringgebirge sind noch von Nacht erfüllt; rings umglänzt sie als schmaler Goldsaum der höchste Kamm des schon erleuchteten Walles, und oft ragt sternähnlich der Gipfel eines Centralberges aus der Finsterniss der Tiefe empor, den eben erst das Licht der Sonne getroffen hatte.[38] Mit dem Steigen der Sonne verändert sich die Scene; es verkürzen sich die Schatten an den Bergen und in den Cratern; ihr allmäliches Schwinden bringt Gegenstände zum Vorschein, die vorhin noch von ihnen bedeckt waren. [Man vergleiche hierzu das Titelkupfer und die nebenstehende Zeichnung, welche zwei interessante Schattenlandschaften des Mondes darstellen.] Mit dem Verschwinden der letzten Schattenspur verliert sich auch die ausserordentliche Schärfe der Umrisse, in welcher man zur Zeit der geringeren Sonnenhöhe die horizontalen Dimensionen der Gebirge zu erkennen vermag, und bald ist es kaum mehr möglich, in derselben Gegend bei der höchsten Beleuchtung, also zur Zeit des Vollmondes, wohlbekannte Formen aufzufinden, die sich früher durch ihre colossalen Verhältnisse ausgezeichnet hatten.[39] Für jede Mondlandschaft tritt in jeder Lunation zweimal ein Maximum der deutlichsten Sichtbarkeit ein, welches, abgesehen von den Wirkungen der Libration, ganz von einer gewissen Sonnenhöhe über dem dortigen Horizonte abhängig ist. Für sehr flache Gegenden, die nur mit unbedeutenden Hügeln besetzt sind, muss man, um sicher zu beobachten, die Zeit des Sonnenauf- oder Unterganges wählen; für Hochgebirgsland und für die zahllosen Crater, wo die starken Schatten so Vieles verdecken, ist die Zeit zur Untersuchung zu wählen, in welcher die Sonne ihre Höhe zwischen 3° und 11° verändert. Verfolgt man das Aussehen einer gewissen Landschaft von Tag zu Tag, so bemerkt man die langsame Umwandlung, bis allmälich das charakteristische Colorit des Vollmondes eintritt, und man ist alsdann im Stande, Lichtpunkte und Streifen, die nun vorherrschen, mit Localitäten zu identificiren, welche sich zur Zeit der Phasen oft in völlig verschiedener Gestalt dem Auge dargestellt hatten. Der Vollmond zeigt nur Differenzen des Lichts und der Farbe; den Haupteindruck gewähren die grossen dunklen

Digitized by Google

Flächen, die schon dem unbewaffneten Auge sichtbar sind; diesen zunächst die Radiationen schmaler Lichtstreifen, die z. B. von Copernicus und von Tycho aus, ringsum weit sich verbreiten. Aber das unendliche Detail, die Tausende von Bergen, Hügeln und kleinen Cratern, die zur Zeit der Phasen den Beobachter oft in Erstaunen setzen, sind alsdann zum allergrössten Theile spurlos verschwunden. Durch den Mangel des Schattens bleiben sie unbemerkt, weil sie ausserdem sich weder durch Helligkeit, noch durch eigenthümliche Färbung von ihrer Umgebung genugsam unterscheiden. Man erkennt aus dem Gesagten, dass man um die Zeit des Vollmondes keine topographische Charte zeichnen könne; für jede einzelne Mondgegend muss abgewartet werden, wann über ihrem Horizonte die Sonne nur eine geringe Höhe hat. Viele Jahre sind erforderlich, namentlich in dem für den Astronomen so ungünstigen Klima des mittleren und nördlichen Europas, bis man, selbst mit einem Fernrohre von nur mässiger optischer Kraft, eine wenig ausgedehnte Landschaft erschöpfend durchforschen und abbilden kann.

IX. Von den Bergschatten im Besondern.

Die Schatten der Mondberge sind vollkommen schwarz; ihr Contrast gegen helles Bergland ist oft so gross, dass an starken Fernröhren das Auge des mit dem Micrometer arbeitenden Beobachters im hohen Grade angegriffen wird, und man darf glauben, dass auf der Erde ähnliche Gegensätze nicht vorkommen. Auf dem Monde kann wegen des Mangels einer Atmosphäre seitlich reflectirtes oder überhaupt vom Himmelsgewölbe ausgehendes Licht nicht in den Schatten eindringen, und es ist nur, namentlich in den tiefen Cratern, die Möglichkeit gegeben, dass der mächtige Reflex einer der Sonne gegenüberliegenden und von ihr bereits erleuchteten Wand die Dunkelheit des Schattens etwas vermindere. Indessen sind wir darüber ohne bestimmte Erfahrung. Der Schatten bleibt tief schwarz, und nie ist von der durch ihn

Digitized by Google

bedeckten Landschaft das Geringste zu erkennen. Berührt ein langer Schatten mit seiner Spitze die Phase, so ist die Deutlichkeit am äussersten Ende nicht besonders gross; er unterscheidet sich zu wenig von der matten Beleuchtung seiner Umgebung, namentlich wenn er in den grauen Ebenen liegt. Je mehr die Sonne steigt, desto schärfer begränzt erscheint seine langsam sich verkürzende Gestalt. In seltenen Fällen bemerkt man am Rande des Schattens in Cratertiefen einen verwaschenen bräunlich-grauen Saum, der die Messung nicht wenig erschwert; dicht daneben in einem ganz ähnlichen Crater sucht man die Erscheinung vergebens.[40] Um dies zu erklären, ist es sehr unstatthaft, zum Halbschatten oder zu einer Atmosphäre seine Zuflucht zu nehmen. Es liegt der wahrscheinliche Fall viel näher, dass der schattenwerfende Craterwall mit einer Menge kleiner Erhebungen, oder mit nahe aneinanderliegenden Blöcken von colossalen Dimensionen bedeckt sei, welche einzeln für uns der Entfernung wegen nicht sichtbar, ihre schmalen unter sich parallelen Schatten auf die gegenüberstehende Wand fallen lassen, deren helle Zwischenräume wir nicht bemerken können, und der Erfolg wird sein, dass wir anstatt des vielfach in Spitzen auslaufenden Schattenrandes nur einen verwaschenen Saum bemerken. Dasselbe würde der Fall sein, wenn ein solcher Craterwall an seinem obern Walle vielfach durchlöchert wäre. Die Gebirge der Erde haben einzelne Fälle dieser Art im Kleinen, wenn auch nicht häufig, aufzuweisen.[41] Der mathematische Halbschatten, der, den Hauptschatten umgebend, sich nach dem scheinbaren Durchmesser der Sonne richtet, vergrössert sich auf der Mondoberfläche mit sinkender Sonne;[42] dasselbe findet auf der Erde statt, und Jeder weiss, dass Abends und Morgens irdische Schatten an ihren Rändern undeutlich werden, wenn auch aus mehrfachen z. Th. physischen Ursachen diese Undeutlichkeit grösser ist, als sie ursprünglich nur in Folge des Sonnendurchmessers sein würde.

Welchen Eindruck, aus grossen Höhen betrachtet, die Schatten unserer Berge gewähren, ob aus weiter Ferne ein Halbschatten merklich sei, ob man in dem Schatten alsdann noch deutlich alle Gegenstände erblicke, und wie sich derselbe seiner Dunkelheit nach

Digitized by Google

zu der hellerleuchteten Landschaft verhalte — dies alles sind Fragen, welche bis jetzt sehr unzulänglich beantwortet sind. So zahlreich auch die Schilderungen von Bergreisen in den Cordilleren, im Himalaya oder in den Schweizer-Alpen sind, so häufig man auch in dem Berichte über aërostatische Ascensionen den Anblick der Erde aus grosser Höhe beschrieben findet, überall vermisst man eine bestimmte Aussage, welchen Contrast die Schatten in der Landschaft gegen ihre Umgebung hervorrufen.[43] In Rücksicht auf die Atmosphäre möchte man glauben, dass bei übrigens völlig heiterer Luft ein Beobachter in 3000 Toisen Höhe, eben wegen der Wirkung der Dünste, die Schatten weder sehr dunkel, noch sonderlich scharf begränzt erblicken werde.

Wegen des Mangels fremder Beobachtungen sei es mir erlaubt, einige kleine Beispiele nach eigener Erfahrung mitzutheilen, die freilich weit davon entfernt sind, eine bestimmte Entscheidung herbeizuführen. Sie mögen aber daran erinnern, dass auch die alltäglichste Erscheinung, der gewöhnliche Schatten, nicht ohne alles Interesse sei.

Betrachtet man zur Zeit des Sonnenaufganges auf dem Gipfel des Drachenfelsen im Siebengebirge den westlich weit über das linke Rheinufer sich erstreckenden Schatten dieser berühmten glockenförmigen Trachytmasse, so ist er, selbst bei dem heitersten wolkenlosen Himmel sehr schlecht begränzt, hebt sich wenig auf dem vielbewachsenen und daher dunklen Boden hervor, lässt aber die in ihm liegenden Gegenstände der Landschaft sehr deutlich erkennen. Beabachtet man (immer vom Gipfel aus) etwas später den Schatten des Drachenfelsen, oder zu einer andern Zeit den der ihm gegenüberliegenden Basaltkuppe von Rolandseck, wenn Beide auf dem Spiegel des Stromes liegen, so erscheinen sie sehr augenfällig und mässig dunkel, ohne dass man viel von dem Halbschatten gewahr wird, oder an den von ihnen bedeckten zufällig vorüberfahrenden Schiffen die gewöhnliche Deutlichkeit der Sichtbarkeit vermisst. Die geraden Entfernungen mögen resp. 350 und 150 Toisen betragen.

In den Karpathen sieht man von den Gipfeln der mächtigen Berge Radost, Smrk und Lissa-hora deren Schatten Morgens

Digitized by Google

und Abends in nur sehr mässiger Dunkelheit; namentlich erkennt man die Umrisse des Erstern nur schwierig, wenn er, wie zumeist der Fall ist, die unermesslichen dunklen Föhrenwaldungen der westlichen Thäler und Berge bedeckt. Das Terrain ist nirgends hell genug, um ein starkes Hervortreten des Bergschattens zu begünstigen. Nur wenn derselbe auf tiefschwebenden Nebelwolken scheinbar dem Auge näher gerückt wird, entwickelt er deutlich seine dunkle Gestalt, und man überzeugt sich, dass nur in der Nähe die Ausdehnung der Penumbra an den Rändern merklich sei.

Wählt man zur Winterszeit in der Ebene, oder sonst im Hochgebirge, einen günstigen Standpunkt, so erkennt man in dem Schattenwurfe der Berge auf den glänzenden Schneeflächen ein weit vollkommneres Phänomen. Man erblickt die Schatten in einer Dunkelheit und Schärfe, die, wenn auch nur sehr annäherungsweise, doch einigermassen an die Schatten der Mondberge erinnert. Wie gross aber auch der Gegensatz zwischen Hell und Dunkel in einer stark beleuchteten Schneelandschaft sein möge, immer wird man, so fern das Auge nicht anderweitig schon durch den Reflex geblendet wurde, in dem Schatten eines nicht sehr hohen Berges, auf dessen Gipfel man steht, alle Gegenstände deutlich an Gestalt und Farbe erkennen. Wenn man an einem vollkommen heitern Sommermorgen in 973 Toisen Meereshöhe auf der Wengernalp dem vielgepriesenen Panorama der Berner Hochalpen ganz nahe gegenübersteht, und die Zeit abwartet, bis die Schatten der ungeheuren Schneegipfel der Jungfrau und des Mönchs sich über das Trümmleten-Thal zurückgezogen haben, so erstaunt man über die Schärfe des Schattenprofils, welches langsam an den glänzenden Schneeflächen, an den vielarmigen beschneiten Gletschern sich hinaufzieht. Aus Entfernungen von muthmaasslich 1000 bis 2000 Toisen konnte ich unter diesen Umständen keine Spur des Halbschattens wahrnehmen. In dem Schatten selbst dagegen blieben die kleinsten Gegenstande sichtbar: jede schmale Furche, gebildet durch herabgleitende Schneemassen, jeder Bruch im Eise, und der blaugrüne Glanz desselben nicht weniger als die verschiedene Färbung der Felshörner, die kahl und scharf hier und da die Decke des unvergänglichen Schnees durchbrechen. Während der etwa drei-

Digitized by Google

stündigen Beobachtung war der Blick nie in die Tiefe, sondern stets aufwärts gegen den stark geneigten nördlichen Abhang des Eisgebirges gerichtet.[44]

Vergleicht man mit dieser Wahrnehmung die Aussagen derjenigen Reisenden, welche den Muth hatten, die über 2000 Toisen hohen gefährlichen Schneegipfel der Jungfrau, des Oberaarhorns und des Finsteraarhorns zu erklettern,[45] so wird man eine auffallende Differenz bemerken. Diese Reisenden, obgleich in ihren Berichten von den Bergschatten direct nie die Rede ist, erzählen einstimmig, dass sie von oben herab, und zwar bei vollkommen heiterem Himmel, nicht nur eine sehr beschränkte Fernsicht hatten, sondern selbst in den benachbarten Thälern fast Nichts im Einzelnen deutlich erkannten, während man doch unten, und selbst aus 18- bis 20stündiger Ferne am Jura, das Schneegebirge des Cantons Bern vollkommen deutlich sehen konnte. Wenn die Beobachter auf dem Gipfel sich also darüber verwunderten, so wenig Detail selbst in benachbarten Thälern zu erblicken, so gilt dies doch sehr wahrscheinlich zunächst von dem sonnenbeleuchteten Lande, und demnach in viel höherem Grade von den beschatteten Stellen, welche Letztere indessen zu jener Zeit nirgends eine bedeutende Ausdehnung haben konnten. Diese Digression hat nur den Zweck anzudeuten, dass, wenn sichere Erfahrungen über die allgemeinen Erscheinungen irdischer Bergschatten aus grossen Höhen gesehen, vorlägen, wir leichter würden beurtheilen können, ob die ausserordentliche Schwärze der Bergschatten auf dem Monde nur eine Folge des dortigen Mangels einer Atmosphäre ist, oder ob jene Dunkelheit und Schärfe als Folge der Entfernung, und des bedeutenden Contrastes gegen helle Berglandschaften zu betrachten sei.

Giebt man zu, dass die Dunkelheit der Schatten auf dem Monde eine vollkommene sei, bewirkt durch den Mangel einer Atmosphäre, so ist klar, dass ein auf dem schattenwerfenden Craterwalle stehender Beobachter unter sich in der finstern Tiefe gar Nichts erblicken werde, wenn auch die Sonne bereits eine Höhe von 7°—10° erreicht hat; er wird höchstens durch den Reflex der gegenüberliegenden Wand schwach erleuchtete Conturen wahrnehmen. Ein Beobachter in der Tiefe wird, während er jene hell-

Digitized by Google

strahlende Wand über sich erblickt, rings von Nacht umgeben sein, wird über sich den Himmel nicht in blauer, sondern in schwarzer Farbe und viele Sterne sehen, obgleich der Tag seit mehr als 30 Stunden angebrochen ist.

X. Das Erdenlicht im Monde (Lumen secundarium).

Wenn der Mond sichelförmig erleuchtet ist, erkennt man schon mit unbewaffnetem Auge den übrigen von den Sonnenstrahlen nicht getroffenen Theil seiner Scheibe in einem matten grauen Lichte, sofern es hell genug ist, um sich vom Himmelsgrunde zu unterscheiden, d. h. wenn die Morgen- und Abenddämmerung bereits sehr schwach geworden, oder gänzlich erloschen ist. Dies aschfarbige Licht ist in der Nähe der hellen Sichel wenig merklich, desto besser aber an dem gegenüberstehenden Rande, und man nimmt bei solcher Gelegenheit wahr, wie gross der Unterschied des Eindrucks beider Lichtquellen auf unser Auge ist, denn jedesmal scheint es, als ob die Sichel ihrer Grösse nach nicht zu dem mattgrauen übrigen Theile der Scheibe gehöre, sondern als ob ihr Krümmungshalbmesser ansehnlich grösser sei. Dieselbe Täuschung entsteht bei Mondfinsternissen kurz vor oder nach der Totalität, oder allgemein bei jeder grossen Partialfinsterniss, und bleibt selbst in sehr schwach vergrössernden aber lichtstarken Fernröhren sichtbar. Sie verschwindet sogleich, wenn man die gewöhnliche Kraft astronomischer Refractoren anwendet, und man überzeugt sich ohne alle Messung, dass der zur einen Hälfte scharf beleuchtete, zur andern Hälfte aber mattschimmernde Mondrand eine vollständige Kreislinie bilde.[46] Der Grund dieser Täuschung liegt in dem sogenannten Ueberfliessen des Lichtes: einem Theile der Irradiationserscheinungen, vermöge welcher wir die Durchmesser der Gestirne grösser sehen, als sie sind, und wodurch gewisse Micrometermessungen etwas an ihrem Werthe verlieren, wenn man unterlässt, die Wirkung der Irradiation auf das Endresultat zu ermitteln.

Digitized by Google

Das schwache aschfarbige Licht, dessen Ursache schon LEONARDO DA VINCI,[46] GALILÄI[48] und MÖSTLIN erkannten, ist das von der Erde auf die Nachtseite des Mondes reflectirte Sonnenlicht. Man sieht leicht ein, dass zur Zeit des Neumondes, wenn wir den Mond wegen seiner Nähe bei der Sonne, und weil er uns seine unerleuchtete Hälfte zukehrt, nicht erblicken, ein Beobachter auf der diesseitigen Hemisphäre des Trabanten die vollerleuchtete Erde an seinem Himmel sehen werde. Je mehr der Mond wächst, desto schwächer wird für uns sein aschfarbiges Licht, weil es mehr und mehr von dem Glanze der Sichel überstrahlt wird, und ausserdem die Menge des von der Erde reflectirten Lichtes von Tag zu Tag sich vermindert. Denn in dem Maasse, wie für unsern Anblick der Mond zunimmt, scheint für einen Beobachter auf dem Monde die Erde abzunehmen. Dem Neumonde, ersten Viertel, dem Vollmonde und dem letzten Viertel entsprechen für unsern Begleiter in Betreff seiner diesseitigen Halbkugel: Vollerde, letztes Viertel, Neuerde und erstes Viertel, wenn man die analogen Bezeichnungen beibehalten will.

In guten Fernröhren erscheint das aschfarbige Licht sehr deutlich, aber vielleicht nicht immer in derselben Farbe, welche überhaupt schwer anzugeben ist. Dass diese im Allgemeinen grau sei, lässt sich nicht verkennen; man bemerkt gewöhnlich, dass sie eine gelbe oder braungrünliche Beimischung habe.[49] In diesem Lichte findet man unter günstigen Umständen leicht die grösseren hellen und dunklen Flecken, und viel länger als dem freien Auge bleibt es am Fernrohre sichtbar. Ohne Fernrohr habe ich es noch am Tage vor dem ersten Viertel, mit einem 3füssigen Refractor aber noch am dritten Abende nach dem ersten Viertel erkannt.[50] Die Meinung SCHRÖTERS, dass die Intensität des Erdenlichtes im Monde davon abhängig sei, ob die oceanische, oder die vorwiegend continentale Seite der Erde ihr Licht reflectire, ist gewiss begründet, aber die Prüfung dieser und vieler anderer Fragen soll man nicht vom Beobachter unter dem mittel- und nordeuropäischen Himmel erwarten.

Der grosse Glanz einiger Punkte in der Nachtseite, wie z. B. der des hellsten Cratergebirges Aristarch, hat ehemals Veranlassung

Digitized by Google

gegeben, brennende Vulkane im Monde zu vermuthen, weil man entweder einen Ausdruck HERSCHELS missverstand, oder sah, was man zu sehen wünschte. Mehr als 60 Jahre sind noch nicht genügend gewesen, diese Vulkanhypothese ganz zu beseitigen, obgleich schon SCHRÖTER die richtige Erklärung gefunden hatte, und in der ganzen Zeit bis zu MÄDLER es nie an Beobachtern fehlte, die daran erinnerten, dass man in jeder Lunation nicht nur den Aristarch, sondern noch andere Punkte in der Nachtseite leuchten sehen könne, welche auch im Vollmonde sich durch ihren Glanz besonders auszeichnen.[51] Indessen darf die Beobachtung des *Lumen secundarium* nicht vernachlässigt werden. Es können Lichtphänomene in der Nacht des Mondes entstehen, die keinen Zusammenhang mit brennenden Vulkanen haben, und die, falls wir sie sehen sollten, doch gewiss einer sehr sorgfältigen Untersuchung werth wären. Dass man mitunter eine schwache telescopische Sternschnuppe oder, wie SCHRÖTER, zahlreiche Fragmente eines in grosser Ferne zersprungenen Feuermeteores vor der dunkeln Nachtseite vorüberziehen sieht, steht begreiflicherweise mit dem Erdenlicht des Mondes in keinem Zusammenhange.

Man sieht die aschfarbige Hälfte des Mondes am besten Abends im Frühjahre, oder Morgens im Herbste, 3 bis 5 Tage nach und vor dem Neumonde. Unter sehr günstigen Umständen sieht man sie selbst am Horizont mit freiem Auge, wenn die helle Mondsichel entweder bereits untergegangen ist, oder sich gerade über den Horizont erheben will.[52]

XI. Erscheinungen während einer Mondfinsterniss.

Hätte die Erde keine das Licht brechende und trübende Atmosphäre, und wäre die Sonne nur ein leuchtender Punkt, so würde der Rand des Erdschattens, während er auf dem Monde hinzieht, uns als eine scharfbegränzte nahe kreisförmige Linie erscheinen. Die Beobachtung lehrt, dass der Rand des Erdschattens zur Zeit einer Mondfinsterniss in sehr hohem Grade undeutlich und

Digitized by Google

verwaschen, dass der Schatten selbst nicht schwarz und Alles verhüllend, sondern mehr oder weniger roth und durchsichtig sei. Die Undeutlichkeit des Schattenprofils hat ihren Grund theils in der von dem scheinbaren Durchmesser der Sonne abhängenden Halbschatten, theils in der zumeist mit Dünsten und Wolken erfüllten Atmosphäre der Erde.

Früher notirte man die Zeiten, wenn einzelne gut begränzte Mondflecken von dem Erdschatten bedeckt oder befreit wurden. Solche auf zwei Sternwarten nach mittlerer Ortszeit beobachtete Ein- oder Austritte führten dann zur Kenntniss des Längenunterschiedes; allein wegen der grossen Unsicherheit der Beobachtung ist diese Methode längst verlassen, und zur Bestimmung der geographischen Längen benutzt man jetzt besser die Sonnenfinsternisse, Sternbedeckungen, und seit einigen Jahren die elektro-telegraphischen Signale.

Bei jeder partialen oder totalen Mondfinsterniss findet man, dass sowohl die allgemeine Dauer derselben, als auch die Dauer der Verfinsterung einzelner Flecken erheblich grösser ist, als die Vorausberechnung angezeigt hatte. Für die Beobachtung beginnt die Finsterniss früher, und hört später auf. Der Durchschnitt des Schattenkegels der Erde dort, wo der Mond hindurchgeht, war also grösser, als die Rechnung ergeben hatte. Bereits Tob. Mayer und Lambert waren bemüht, den Betrag dieser Vergrösserung des Erdschattens (den Vergrösserungscoëfficienten) genauer zu ermitteln, doch ist diese Untersuchung erst durch Mädler in consequenter Weise ausgeführt worden. Die Vergrösserung des Erdschattens drückt man aus in Theilen des Schattenradius, wie solcher der Rechnung zum Grunde gelegt wurde. Nennt man dieselbe A, so fand Mädler:[53]

1833 Dec. 26. $A = {}^1/_{65}$
1835 Juni 10. $A = {}^1/_{28}$
1837 Oct. 13. $A = {}^1/_{54}$
1844 Nov. 24. $A = {}^1/_{49}$.

Aus eigenen Beobachtungen und aus den Angaben anderer Astronomen fand ich folgende Resultate:[54]

Digitized by Google

1842 Jan. 26. $A = {}^1/_{50}$
1844 Mai 31. $A = {}^1/_{56}$
1844 Nov. 24. $A = {}^1/_{52}$
1848 März 19. $A = {}^1/_{45}$
1849 März 8. $A = {}^1/_{44}$.

Man sieht, dass der Betrag der Vergrösserung sehr veränderlich ist, dass seine Schwankungen, so viel bis jetzt bekannt, zwischen den Gränzen ${}^1/_{28}$ und ${}^1/_{65}$ liegen. Die Genauigkeit des Werthes A hängt nicht allein von der Beobachtung, sondern auch von der Zuverlässigkeit der Mondtafeln ab.

Man muss nun annehmen, dass die Ursache der Vergrösserung des Erdschattens eine doppelte sei, dass der Werth von A herrühre von dem mathematischen Halbschatten der Erde, der Wirkung der Refraction und dem selbstständigen Schattenwurfe der Erdatmosphäre an dem ganzen Umfange unsers Planeten, woselbst zur Zeit der Mondfinsterniss die Sonnenstrahlen, welche den Mond eben noch erreichen, Tangenten bilden.

Nur in äusserst seltenen Fällen verschwindet der total verfinsterte Mond, und er kann alsdann selbst im Fernrohre nicht aufgefunden werden; allein in allen übrigen Fällen bleibt er dem freien Auge sichtbar, oft sehr hell und in mehr oder weniger lebhaft rother Farbe, deren vorzügliche Durchsichtigkeit die Wahrnehmung von sehr feinen Punkten und Streifen des Vollmondes gestattet.[55] Gegen das Centrum des Erdschattens hin nimmt die Dunkelheit erheblich zu. Die Ränder (die *Penumbra*) sind lichtbräunlich, ganz verwaschen und in grossen Finsternissen, namentlich kurz vor dem Anfange und gleich nach dem Ende der Totalität, von sehr schöner himmelblauer Farbe umflossen. Dass die Strahlenbrechung der Erdatmosphäre die Hauptursache dieser Erscheinung sei, wie schon in ältern Zeiten vermuthet wurde, ist nicht zu bezweifeln, indessen ist eine durchaus genügende Erklärung aller Variationen der Farbe noch nicht gefunden. Das Roth des verfinsterten Mondes ist theils kupferfarbig, theils reiner, ähnlich dem des glühenden Eisens, und dabei mitunter so hell, dass sich während der Totalität ein Hof um den Mond bilden kann, wenn schwache Dünste vorüberziehen.[56] Als in der Morgendäm-

Digitized by Google

merung des 7. Januar 1852 der total verfinsterte Mond dem westlichen Horizonte von Bonn sehr nahe stand, verlor sich das Roth gänzlich bei zunehmender Tageshelle. Die ganze Scheibe wurde einfach graugelb; alle grossen Flecken (die *Mare*) blieben dem freien Auge sichtbar, und der Anblick im Fernrohre erinnerte lebhaft an den Effect des *Lumen secundarium*. Eine grosse Mondfinsterniss gehört zu den schönsten Phänomenen des Himmels; seit man erkannt hat, dass sie zu rein astronomischen Zwecken ungeeignet sei, hat man sie ungeachtet des erheblichen physikalischen Interesses ganz vernachlässigt. MÄDLERS dankenswerthe Bemühungen stehen bis jetzt fast vereinzelt da. Man wird aber nicht bezweifeln, dass die Untersuchung aller Phänomene einer Mondfinsterniss für die Erforschung der Verhältnisse unserer Atmosphäre im Grossen genommen von Wichtigkeit werden könne.

XII. Erscheinungen am Monde während einer Sonnenfinsterniss.

Wenn der Mond uns einen Theil der Sonne verdeckt, so sieht man seinen Rand, der je nach dem Stande der Libration bald mit hohen, bald mit niedrigen Bergen besetzt ist, in vollkommener Schärfe. Seine Scheibe ist im Dämpfglase gesehen, völlig schwarz, mit blossem Auge betrachtet aber von der Helle des Himmels in der Gegend, wo die Sonne steht. Allein um die Zeit des überaus grossartigen Schauspiels einer totalen Sonnenfinsterniss treten Phänomene auf, welche bis jetzt eine ganz befriedigende Erklärung nicht gefunden haben. Stehen auch, nach meiner Meinung und nach eigener Erfahrung, dieselben zum grössten Theile nicht in directer Beziehung zum Monde selbst, so mögen sie doch der Vollständigkeit wegen hier kurz angemerkt werden.

Schon vor mehr als 200 Jahren hatte man gesehen, dass der schwarze Mond, so lange er die Sonne völlig verdeckt, mit einem hellen, nach aussen allmälich sich verlaufenden Nimbus umgeben sei; man

Digitized by Google

hatte viel später, in diesem Nimbus und am Mondrande selbst, glänzend rothe Hervorragungen von verschiedener Gestalt und Grösse beobachtet. In der totalen Sonnenfinstesniss des 7. Juli 1842 lernte man diese und noch andere Erscheinungen zuerst näher kennen. Man sah sie wieder in den für den einzelnen Erdort so seltenen Totalfinsternissen der spätern Zeit, als: 1850 Aug. 8., zumal in dem berühmten Phänomen des 28. Juli 1851, ferner 1852 Dec. 10. und 1853 Nov. 30.[57] Den weissen mit Strahlen versehenen Nimbus, die *Corona*, hielt man ehemals für eine Wirkung der Mondatmosphäre, ohne daran zu denken, die während der Finsterniss an dem gemessenen Sonnendurchmesser sich kundgebende Refraction einer so gewaltigen Atmosphäre näher zu untersuchen. Vorurtheil, welches um jeden Preis dem Monde die Luft zuschreiben will, und andere wenig begründete Meinungen haben diese Ansicht bis heute noch in einigem Ansehen erhalten. Mag diese Corona nun einen Theil der Photosphäre der Sonne bilden, oder mag sie zum grossen Theile ihre Entstehung der Inflexion des Lichtes am Rande des Mondes verdanken, jedenfalls muss man zugeben, dass beide Erklärungen gleichzeitig und in verschiedenem Grade anwendbar sind, überhaupt aber, dass wir darüber noch sehr wenig wissen.

Die rubinrothen, seltsam gestalteten Hervorragungen (*Protuberanzen*), welche ich selbst am 28. Juli 1851 an einem vorzüglichen Fernrohre zu Rastenburg in Ostpreussen beobachtet habe, bilden das grösste und merkwürdigste Phänomen der ganzen Erscheinung. Ohne hier auf die noch sehr differirenden Ansichten darüber näher eingehen zn können, beschränke ich mich auf die Bemerkung, dass die Protuberanzen nach meiner vollen, unmittelbar aus der Beobachtung geschöpften Ueberzeugung durchaus nur der Sonne angehören, so viel auch scharfsinnige Experimente einzelner Physiker Erscheinungen optisch dargestellt haben mögen, die eine ungefähre Aehnlichkeit mit den in Rede stehenden Gestalten gezeigt haben. Vermöge seiner Bewegung bedeckte der Mond die Protuberanzen östlich und liess sie aus derselben Ursache westlich am Sonnenrande scheinbar wachsen, bis nach einer Dauer von

Digitized by Google

drei Minuten die ganze Pracht des Schauspiels bei dem Wiederaufblitzen des ersten Sonnenstrahles verschwand.

XIII. Meinungen über die Atmosphäre des Mondes.

Es ist eben so schwierig als unerfreulich, über einen vielbesprochenen Gegenstand, der seiner Hauptsache nach als längst abgeschlossen betrachtet werden kann, aufs Neue verhandeln zu müssen. Dies soll darum auch nur in soweit geschehen, als ich hier mit Uebergehung aller derjenigen Hypothesen, Phantasien und Fabeln, welche befähigte und unbefähigte Schriftsteller darüber zu Tage gefördert haben, einfach den klaren und entscheidenden Ausspruch Bessels mittheile, welchem später noch einige Thatsachen zur Erläuterung anzureihen sein werden. Bessel sagt in einer, die Mondatmosphäre betreffenden Abhandlung Folgendes:[38]

„Es ist längst bekannt, dass das Licht eines Fixsterns in dem „Augenblicke, in welchem er den Mondrand berührt, nicht merk-„lich von seiner geradlinigen Bewegung abgelenkt wird. Man er-„kennt dies aus der Vergleichung der beiden Werthe des Mond-„halbmessers, welche man einerseits aus directer Messung, andrer-„seits aus der Dauer des Verweilens vor einem Fixsterne ableiten „kann. Wäre eine Strahlenbrechung am Monde vorhanden, so „müsste die zweite Bestimmung den Halbmesser um das Doppelte „derselben kleiner ergeben als die Erste; wogegen aber beide Be-„stimmungen so nahe übereinstimmen, dass man keinen entschei-„denden Unterschied hat finden können. Um dem Monde demnach eine „Atmosphäre zuzuschreiben, muss man sie entweder als unfähig, „die Strahlen zu brechen, annehmen, oder man muss behaupten, „dass der Rand des Mondes mit Bergen besetzt und deren Höhe „so beträchtlich sei, dass die Sterne, indem sie an dem Rande der-„selben verschwinden und wiedererscheinen, durch eine schon so „verdünnte Schicht der Atmosphäre gesehen werden, dass sie da-„selbst keine merkliche Strahlenbrechung mehr erleiden. Die erste

Digitized by Google

„Annahme schneidet offenbar alle weitern Erörterungen ab, ver„stösst aber wohl zu sehr gegen die Analogie aller uns bekannten „Flüssigkeiten, als dass man sie für richtig zu halten geneigt sein „könnte. Die zweite ist von den Vertheidigern der Mondatmosphäre „wirklich gemacht worden. Indessen haben sie unterlassen, die „Dichtigkeit der Atmosphäre in der Höhe der angenommenen Rand„berge und an der Oberfläche des Mondes mittelst des Mariotte'schen „Gesetzes mit einander zu vergleichen, und daher, ohne ihren „Glauben rechtfertigen zu können, geglaubt, dass trotz des Mangels „oder der Unerheblichkeit der Strahlenbrechung in der Höhe der „angenommenen Gebirge, die Atmosphäre an der Oberfläche des „Mondes selbst, eine erhebliche Dichtigkeit, welche Schröter auf „$^1/_{29}$ der Dichtigkeit unserer Luft schätzt, haben könne." —

Bessel zeigt sodann, dass zwischen den beiden Werthen des Mondhalbmessers, die man einerseits aus Sonnenfinsternissen und Sternbedeckungen, andrerseits aus Meridianbeobachtungen abgeleitet hat, nur um 0''13 (in Bogentheilen) von einander verschieden sind, welche Grösse viel kleiner ist als der noch zu befürchtende und unvermeidliche Fehler der Resultate. Er weist sodann nach, dass die sehr hohen Randberge von 4'' Höhe doch zu den Seltenheiten gehören, und dass nur in wenigen besondern Fällen ein Stern solche Berge berühren, viel öfter aber am mittleren Mondrande ein und austreten werde, wo man doch für gewöhnlich Randberge von nur 2'' Höhe keineswegs sehr häufig erblickt. Indem Bessel sodann zu Gunsten der Vertheidiger einer Mondatmosphäre die günstigsten und grössten Werthe in seinem Calcul benutzt, findet er, dass die angenommene Mondluft doch nicht mehr als $^1/_{968}$ von der Dichtigkeit der Erdatmosphäre haben könne. Selbst wenn man reines Sauerstoffgas für die Mondluft substituirt, würde unter den gewählten Bedingungen die Dichtigkeit nur $^1/_{863}$ sein. Hierbei ist überall die Temperatur $= 0^0$ gesetzt; aber um für die etwa aus reinem Sauerstoff bestehende Mondluft die Dichtigkeit $= {}^1/_{500}$ zu finden, müsste man die Temperatur = 240 Grade des hunderttheiligen Thermometers unter dem Gefrierpunkte annehmen. — Bessel schliesst mit folgenden Worten:

„Aus diesen Entwicklungen geht hervor, dass die Vereinbar-

Digitized by Google

„keit der unerheblichen oder ganz fehlenden Strahlenbrechung am „Mondrande mit einer erheblichen Dichte der Atmosphäre an der „wahren Oberfläche des Mondkörpers nicht so leicht zugegeben „werden kann, als die Vertheidiger der Aehnlichkeiten des Mondes „mit der Erde geglaubt haben. Ich weiss in der That kein Mittel, „dem Monde eine Atmosphäre zu retten, als die Annahme einer „nicht strahlenbrechenden. Ob man sich lieber hierzu, oder „zu der Aufsuchung neuer Erklärungen der Beobachtungen, aus wel-„chen man das Vorhandensein der Atmosphäre gefolgert hat, ent-„schliessen wird, muss ich erwarten.......... Ich glaube, dass, „nach der Berücksichtigung dieser Zweifel gegen die Erklärungen „der für Andeutungen einer Mondatmosphäre genommenen Wahr-„nehmungen, kein Grund für das Dasein derselben übrig bleiben „wird, welcher wahrscheinlicher wäre, als der Grund, den die Un-„merklichkeit der Strahlenbrechung am Mondrande gegen dieselbe „giebt. Die Stärke dieses Grundes vollständig darzulegen, war der „Zweck dieses Aufsatzes, der übrigens nicht für die geschrieben ist, „welche ein Vergnügen darin finden, von Aehnlichkeiten zwischen „dem Monde und der Erde zu träumen: darin wünsche ich sie „durch mathematisches Raisonnement nicht zu stören.“ — So weit Bessel.

Die Untersuchung des berühmten Astronomen, dessen Ausspruch hier mitgetheilt wurde, führt also zu dem Resultate, dass die Erscheinungen der Sternbedeckungen und Sonnenfinsternisse der Annahme einer Mondatmosphäre widerstreiten. Man hat wohl zuweilen bemerkt, dass das Verschwinden eines Sterns am Mondrande nicht so plötzlich, und, was die augenblickliche Lichtabnahme betrifft, nicht in der gewöhnlichen Weise erfolgte. Allein es liegt nicht fern, die Ursache davon lieber in momentanen Veränderungen unserer Atmosphäre, und was noch viel wahrscheinlicher ist, in schnell vorübergehenden Modificationen unseres, bei solchen Beobachtungen angestrengten Sehvermögens zu suchen. Unter vielleicht 100 von mir beobachteten Sternbedeckungen kamen nur sehr wenige Fälle vor, die eine Abweichung von dem gewöhnlichen Verlaufe zu zeigen schienen, und jeder unbefangene Beobachter wird ganz ähnliche Erfahrungen gemacht haben, ohne dabei an eine Mondluft zu denken.

Digitized by Google

Sind wir sonach genöthigt, dem Monde nicht nur eine der unsrigen ähnliche, sondern überhaupt jede Atmosphäre abzusprechen, so bleibt noch übrig, an gewisse Localphänomene zu erinnern, auf die zuerst Mädler aufmerksam gemacht hat, und welche, wenn sie auch zu einer Atmosphäre in keiner Beziehung zu stehen scheinen, doch andeuten können, dass die Natur mitunter auf dem Monde noch unter verschiedenen Formen wirksam sei. Man bemerkt nämlich in seltenen Fällen dicht an der Phase um einzelne von der Sonne beleuchtete Berggipfel ein blaues Licht von geringer Ausdehnung, zumeist aber an sehr hellen Punkten, ohne etwas Aehnliches an benachbarten Bergen zu entdecken. Mädler z. B. sah die Erscheinung an den Ringgebirgen Archimedes, Aristillus und Autolycus; ich dagegen u. a. am Westwalle des Clavius, des Maurolycus und am westlichen Fusse des Berges Pico, während er selbst genau in der Lichtgränze lag. Indessen ist bei diesen Beobachtungen die höchste Vorsicht unerlässlich, da selbst achromatische Fernröhre ersten Ranges glänzende Ringgebirge wie Aristarch und Tycho, und auch andere helle Objekte, wie z. B. weisse Sterne erster Grösse, mit blauem Lichte umgeben darstellen. Ist die erwähnte Erscheinung reell, und lässt sich u. a. feststellen, dass in wenigen Fällen ein Bergschatten halbdurchsichtig erscheine, oder dass hart an der Phase ein tiefer Crater schattenlos gesehen werden könne, so bleibt nur übrig, locale Exhalationen elastischer Dämpfe anzunehmen, welche durch grosse Geschwindigkeiten ausgetrieben, kleine Räume der Mondscheibe für uns wolkenähnlich verdecken. Doch sind wir noch weit von einer sichern Entscheidung in dieser Hinsicht entfernt. Es bleibt für uns der Mond ein Körper ohne Spur einer Atmosphäre, welche durch überzeugende Beobachtungen nachgewiesen werden kann, nachdem man gefunden hat, dass keine Strahlenbrechung, keine Lichtschwächung der Mondränder, keine atmosphärische Trübung und Niederschlag als Wolken und Schnee auf dem Monde von der Erde aus zu entdecken ist. — In Folge dieses Mangels der Atmosphäre erfreut sich der Beobachter des stets ungetrübten Anblicks der Mondscheibe, so fern die ihn selbst umgebende Erdenluft denselben nicht, wie leider nur zu oft, missgünstig verhindert.

Digitized by Google

Er sieht die Gebirge in der Nähe der Ränder des Mondes in derselben Klarheit und Helligkeit, als die in der Mitte befindlichen; er findet keine Spur von Nebeln und Wolken, und nie erblickt er die Polarländer oder die Gipfel der Gebirge auf dem Monde mit Schnee bedeckt.

XIV. Von der Oberfläche des Mondes.

Der ausserordentliche Reichthum der Formationen, oder, um hier einen geologischen Ausdruck zu vermeiden,[59] der Formen auf dem Monde, macht eine zusammenhängende und doch einigermaassen übersichtliche Beschreibung sehr schwierig. Behält man auch, was immer rathsam ist, die von Schröter, Lohrmann und Mädler eingeführte Classification der Mondgebirge bei, so fühlt man doch das Schwankende in der systematischen Aneinanderreihung von Erscheinungen, die durch unendlich verschiedene Zwischen- und Uebergangsglieder mehr oder minder mit einander verwandt sind.

Die Gestaltung, sowie horizontale und vertikale Dimensionen sind es, welche uns in den folgenden Abschnitten hauptsächlich beschäftigen werden; die beschreibende Selenographie hat es nur mit diesem Gegenstande der Beobachtung zu thun; sie kann sich auf weitergehende Muthmaassungen einlassen, aber sie verlässt damit auch den festen Boden einer Wissenschaft, deren erste Grundlagen in den numerischen Bestimmungen zu suchen sind. Indem wir uns also vorläufig nur mit dem sichern Theile der Beobachtung des Mondes befassen, ist es nothwendig, zunächst die Mittel anzugeben, durch welche man zur Kenntniss der Höhe der Gebirge gelangt. Die Höhenverhältnisse auf dem Monde erreichen eine um so grössere Wichtigkeit, je mehr man sich dem Ziele nähert, welches eine Erklärung über die Entstehung der Mondberge und die specielle Vergleichung derselben mit den Gebirgen der Erde gestattet. Die Methode der Höhenmessungen und

Digitized by Google

die Sicherheit ihrer Resultate, nachgewiesen an besondern Beispielen, muss der Beschreibung der Gebirge vorangehen.

XV. Höhenmessungen.

Auf der Erde bestimmen wir entweder die absolute Höhe eines Berges, seine Meereshöhe, oder dessen relative Erhebung über Punkte seiner Umgebung. Wir messen mit dem Quecksilber-Barometer, mit dem Thermo-Barometer und mit dem Aneroïd-Barometer, und wo die Localität dies nicht gestattet, durch Triangulation. Es bleibt zuletzt nöthigenfalls noch das Mittel, durch den Schatten, oder durch den Punkt der weitesten Sichtbarkeit eines Berges auf dem Meere, dessen Höhe zu erfahren. Durch die drei erstgenannten Instrumente messen wir, wenn wir mit denselben aus der Ebene auf einen Berg steigen, die Abnahme des Luftdruckes, und finden aus dem Betrage dieser Verminderung, wie viele Toisen wir höher gekommen sind. Ist ein Berg unersteiglich, so muss seine Höhe durch Winkelmessung bestimmt werden. Man orientirt in mässiger Entfernung vom Berge eine horizontale Standlinie, deren Länge in Toisen genau bekannt ist. Von den Endpunkten derselben misst man die scheinbare Elevation oder auch die Zenithdistanz des Berggipfels, corrigirt diese wegen der irdischen Strahlenbrechung, und berechnet denn durch einfache Formeln die Höhe des Gipfels über der Standlinie, nachdem man die Entfernung des Berggipfels von den Endpunkten der Standlinie durch Winkelmessung ermittelt hat. Ist die Höhe dieser letztern über dem Meere durch ein directes Nivellement, oder durch barometrische Beobachtung ebenfalls bekannt, so erhält man auch die absolute Höhe des Berges. Die beiden letzten der oben genannten Methoden wird wohl Niemand versuchen wollen, da sie an sich aus physischen Ursachen sehr unsicher sind, und ohnehin wiederum genaue Instrumente voraussetzen. Beobachtet man nämlich zu einer gewissen Zeit den Schatten eines Berges, d. h. merkt man den Punkt der Schattenspitze auf dem Erdboden an, und bestimmt

Digitized by Google

durch eine andere Operation die genaue Entfernung dieses Punktes von dem wahren Fusspunkte des Berges, (worunter derjenige zu verstehen ist, der senkrecht unter dem Gipfel und in der Höhe jener Ebene liegt, worauf der Schatten beobachtet wurde) so giebt eine leichte astronomische Rechnung zunächst die scheinbare Sonnenhöhe, und man findet sodann durch Anwendung der Trigonometrie die Gipfelhöhe des Berges über der Ebene. Diese für irdische Bergmessungen sehr untergeordnete Methode ist, mit einiger Veränderung und etwas grösserer Umständlichkeit für die Mondberge allein anzuwenden, wenn man möglichst zuverlässige Resultate erzielen will. Es giebt aber noch zwei andere Wege, um annähernd die Höhe der Mondberge zu ermitteln. Diese und die Methode der Schatten mögen einer kurzen Betrachtung unterzogen werden.

1. Methode der Lichttangenten. Galiläi und Hevel sind die Ersten gewesen, welche die theoretisch richtige, aber praktisch kaum brauchbare Messung versucht haben. Sie warteten z. B. ab, wenn zur Zeit des letzten Viertels (wenn also die Lichtgränze eine gerade Linie bildet) ein Berggipfel in der Nachtseite des Mondes den letzten Lichtstrahl der Sonne verlor. In diesem Augenblicke maassen sie den Abstand des Gipfels von der Lichtgränze. Der letzte, den Berg noch treffende Strahl berührt die Lichtgränze, ist ihre Tangente und bildet mit ihr auf der Mondscheibe einen Winkel von 90⁰. Kennt man nun zufolge der Messung die Entfernung des Berges von der Phase, und ebenso den Halbmesser des Mondes, beide z. B. in Toisen ausgedrückt, so giebt die einfache trigonometrische Rechnung die gesuchte Höhe des Berges. Weil man nun aber das erste Aufleuchten und das letzte Licht eines solchen Gipfels aus verschiedenen Gründen nicht mit Sicherheit wahrnehmen kann, und weil ausserdem die Voraussetzung gemacht wird, dass der letzte Sonnenstrahl eine Tangente an der mittlern Oberfläche des Mondes sei, was sehr selten der Fall ist, so kann man dieser Methode nur einen geringen Werth zuschreiben. Sie hat nur in wenigen Fällen zu genäherten Resultaten geführt. So fand Hevel einen Hochgipfel im Apennin des Mondes = 2643 Toisen, etwa 200 Toisen zu gering, und Schröter bestimmte in dieser Weise die Höhe des Berges Hadley zu 1969 Toisen,

Digitized by Google

welche Höhe er aus mehreren Schattenmessungen im Mittel zu 2093 Toisen berechnet hatte.

2. Profilmessung. Liegt ein Berg genau im Rande des Mondes, so dass wir von ihm eine wirkliche Profilansicht haben, so würde nichts einfacher sein, als zu solcher Zeit seine scheinbare Erhebung mit dem Mikrometer zu bestimmen, wenn nicht die zu messende Grösse selbst im günstigsten Falle sehr klein, und die Entscheidung, ob der Fuss des Berges wirklich genau im Rande liege, ganz unmöglich wäre. Durch die Libration wird die scheinbare Lage des Berges fortwährend verändert; bald liegt er in der andern Hemisphäre des Mondes und ist unsichtbar, bald liegt er im Rande, und wiederum zur andern Zeit rückt ihn die Libration diesseits auf die der Erde zugewendete Seite des Mondes. Dazu ist es immer sehr schwierig, ein sicheres Urtheil über den mittlern Mondrand, namentlich am Südpol, zu gewinnen. Schröter hat sich mit diesen Messungen oder vielmehr Schätzungen, häufig beschäftigt. Eine derartige Beobachtung Mädlers ist folgende:

Randberg am Südpol:[60]

1832 Juli 12 Höhe = 4184 Toisen.
1832 „ 13 „ = 3617 „

Hier ist also, die Messung an sich völlig richtig angenommen, die durch die Libration bewirkte Veränderung von einem Tage bis zum nächsten = 567 Toisen. In ähnlicher Weise maass ich einen südlichen Randberg folgendermaassen:

1854 Febr. 13 Höhe = 3576 Toisen
29 Stunden später = 2406 „
Unterschied = 1170 Toisen;

doch ist die zweite Messung sehr unsicher. Einen sehr hohen domförmigen Südpolarberg maass ich:

1854 October 8 Höhe = 4223 Toisen; und 27 Tage darauf:
„ Nov. 4 „ = 4286 „

Man muss sich in Betreff der Randberge damit begnügen, zu wissen, dass sie sehr hoch sind, vielleicht den Gipfeln unsers

Digitized by Google

Himálaya nicht nachstehen. Eine grosse Sicherheit ihrer Höhenbestimmungen ist nicht zu erwarten.

3. Methode der Schatten.[61] Der sicherste Weg, die Höhen der Mondberge kennen zu lernen, ist, den Bergschatten und den Abstand des Berges von der Lichtgränze zu messen; alles Andere für die Rechnung Erforderliche kann mit Hülfe der astronomischen Tafeln leicht gefunden werden. Die beiden zu messenden Grössen sind in vielen Fällen mehr oder weniger optischen Verkürzungen unterworfen; man misst ihre Projectionen, und befreit diese durch die Rechnung von dem Einflusse der Verkürzung. Durch den bekannten scheinbaren Abstand des Mondes von der Sonne zur Zeit der Beobachtung findet man die Grösse der Phase des Mondes, durch diese und durch den Abstand des Berges von der Phase, die scheinbare Sonnenhöhe am Horizonte des Berges, und endlich durch die in Bogentheilen der Mondkugel ausgedrückte Schattenlänge, die Sonnenhöhe am Ende des Schattens. Von dem Verhältnisse dieser beiden Sonnenhöhen ist die relative Berghöhe abhängig. Sie ist eine relative, weil die Rechnung nur den Höhenunterschied zwischen dem Berggipfel und jenem Punkte auf der Oberfläche des Mondes angiebt, der zur Zeit der Beobachtung von dem Endpunkte des Schattens getroffen wurde. Liegt ein isolirter Berg in freier Ebene, so ist eine sehr grosse Genauigkeit zu erreichen; kann aber der Schatten bald in die Ebene, bald auf einen viele hundert Toisen höhern oder tiefern Punkt des Landes fallen, so ist es unerlässlich, zur Würdigung des Resultates anzugeben, bei welcher Sonnenhöhe eine angeführte Messung angestellt sei, denn die Länge des Schattens, mithin sein Weg über Berg und Thal richtet sich nach der wechselnden Höhe der Sonne am Horizonte des gemessenen Gipfels. Die Anführung der jedesmaligen Sonnenhöhe ist ebenso nothwendig für den Fall, dass der Berg keine scharfe Spitze hat, sondern flach oder kuppelförmig abgerundet ist. Findet das Letztere statt, so wird sein Schatten nur bei der möglichst kleinsten Sonnenhöhe die wahre, in allen andern Fällen aber eine zu geringe Höhe angeben. Man befindet sich in einem ähnlichen Falle, wenn ein Berg zwar eine scharfe Spitze hat, aber an der schattenwerfenden Seite sehr flach mit Neigungen von

Digitized by Google

1 bis 2° verläuft. So wie die Sonne 1 und 2° Höhe erreicht hat, wird der Berg, so hoch er immer sein mag, keinen Schatten mehr werfen können.

Für einen in ganz freier Ebene befindlichen kegelförmigen Berg ist allerdings die jedesmalige Beifügung des Höhenwinkels der Sonne zur Zeit der Messung weniger nothwendig. Hat ein solcher Berg z. B. 1200 Toisen Höhe, und findet man Werthe, die einmal 900 t und das andere Mal 1500 t betragen, so wird man aus gutem Grunde erhebliche Fehler der Beobachtung annehmen, oder voraussetzen müssen, dass ungeachtet der Kegelgestalt des Berges sein Gipfel doch abgerundet sei. Der letzte Umstand kann sodann durch Messungen bei hohem und niedrigem Sonnenstande ermittelt werden. Misst man den Schatten eines Craterwalles zu ganz verschiedenen Zeiten, so darf man aus Werthen, die mehrere hundert Toisen unter sich verschieden sind, nicht sofort auf die Ungenauigkeit der Beobachtung schliessen, denn falls der Crater eine kesselförmige Vertiefung bildet, muss man um so geringere Wallhöhen herausbringen, je mehr sich der Schattenrand von der Mitte des Craters entfernt. Hier tritt die Nothwendigkeit der Angabe der Sonnenhöhe am stärksten hervor. Es versteht sich dabei von selbst, dass man auch bei dem scheinbar regelmässigsten Ringgebirge wohl zwischen dem Ostwalle und Westwalle zu unterscheiden habe. So ist z. B. an dem bedeutenden Crater Cuvier, wie Mädler sehr richtig zufolge seiner Messungen bemerkte, der östliche Wall 500 Toisen höher über die Tiefe ansteigend, als der westliche.

Nach diesen Bemerkungen wird es von Interesse sein, an verschiedenen Beispielen den Grad der Sicherheit kennen zu lernen, die wir den Berghöhen auf dem Monde zuschreiben dürfen. Da es aber Manchem bedenklich erscheinen könnte, von Bergmessungen, angestellt in Entfernungen von 50000 Meilen, eine besondere Genauigkeit erwarten zu wollen, so ist es nicht unpassend, vorher noch im Kurzen zu untersuchen, wie es denn heutzutage mit der Kenntniss der Berghöhen unserer Erde beschaffen sei. Wir werden finden, dass, einige Fälle ausgenommen, bei vielen Berghöhen unserer Erde noch bedeutende Fehler zu be-

Digitized by Google

fürchten sind. Die Ursachen davon sind bekannt genug; die Barometermessung an beiden Stationen kann sehr genau, aber die Hypothese über die Wärmeabnahme unstatthaft sein. Unter den Tropen, wo die Aenderungen des Luftdruckes und der Wärme so regelmässig und so geringe sind, hat man diese Fehler freilich weniger zu erwarten, aber dennoch sind bei hohen Bergen Unterschiede zwischen den Angaben zweier Beobachter von 20 Toisen nicht ungewöhnlich. Die trigonometrische Vermessung eines Berges kann mit hoher Vollkommenheit durchgeführt werden, aber die Sicherheit des Endresultates (d. h. der Meereshöhe), ist einerseits abhängig von der variabeln Strahlenbrechung, anderseits von der Genauigkeit, mit welcher die Meereshöhe der Basis hat bestimmt werden können. Ich wähle als erstes Beispiel einen der berühmtesten Berge der Erde, den Pic de Teyde von Teneriffa. Er ist seit dem vorigen Jahrhundert oft erstiegen und oft gemessen worden. Die mir bekannten Resultate stelle ich nach den Angaben zweier Werke (v. Humboldts und v. Devilles)[62] hier zusammen, ohne vorläufig schon eine Auswahl hinsichtlich der Genauigkeit zu treffen.

Zeit.	Beobachter.	Höhe des Pic de Teyde.	Methode der Messung.
1724	Feuillé	2213 Toisen.	trigonometrisch.
1724	Verguin	2025 „	barometrisch.
1742	Hernandez	2658 „	barometrisch.
1749	Manevillette	2000 „	trigonometrisch (auf der See).
1752	Heberden	2408 „	barometrisch.
1771	Pingré u. Borda[63]	1742 „	barometrisch.
1771	Pingré u. Borda	1701 „	trigonometrisch (auf der See).
1776	Borda	1905 „	trigonometrisch.
1776	Borda[64]	1976 „	barometrisch.
1785	Lamanon	1902 „	barometrisch.
1788	Churruca	2193 „	trigonometrisch (auf der See).
?	Johnstone	1899 „	trigonometrisch (auf der See).
1803	Cordier	1920 „	barometrisch.
1816	L. v. Buch	1868 „	barometrisch.
1837	Dumoulin	1901 „	barometrisch.
1842	Deville	1901 „	barometrisch.

Wollte man hier keine kritische Auswahl treffen, sondern die ausserordentlichen Abweichungen der Resultate unter sich nur als

Digitized by Google

Beobachtungsfehler betrachten, so würde man sagen können, dass der Unterschied zwischen der grössten und kleinsten Angabe 957 Toisen oder 5742 Par. Fuss, d. i. mehr als die Hälfte der wahren Höhe betrage. Es leuchtet aber ein, wie selbst ein nur oberflächlicher Blick auf die obigen Zahlen darthun wird, dass man nach der Natur der angewandten Methoden nothwendig eine Auswahl treffen müsse. Diese Auswahl nimmt zuerst auf alle zur See beobachteten Höhen keine Rücksicht, aus Gründen, die leicht zu übersehen sind, wenn man sich erinnert, dass die Entfernungen des Schiffes vom Mittelpunkte des Berges nur auf unsichern Schätzungen der Schiffsrechnung beruhen. Es ist ferner aus guten, hier nicht näher zu erörternden Gründen statthaft, die alten Beobachtungen von 1724 auszuschliessen. Geschieht dies, so bleiben uns noch folgende Messungen des Pics von Teneriffa:

im Jahre	1776	Höhe =	1905	Toisen	trigonometrisch von Borda.
„ „	1776	„	1976	„	barometrisch von Borda.
„ „	1785	„	1902	„	barometrisch von Lamanon.
„ „	1803	„	1920	„	barometrisch von Cordier.
„ „	1816	„	1868	„	barometrisch von L. v. Buch.
„ „	1837	„	1901	„	barometrisch von Dumoulin.
„ „	1842	„	1901	„	barometrisch von Deville.
		Mittel =	1910,4	Toisen	= 11462 Par. Fuss.

Die Abweichungen der einzelnen Angaben vom Mittel sind demnach folgende, wenn man das Mittel = 1910^t setzt, ohne Rücksicht auf die Decimalziffer:

+	5	Toisen.
—	66	„
+	8	„
—	10	„
+	42	„
+	9	„
+	9	„

Hiernach ergiebt sich, wenn man jeder Beobachtung denselben Grad von Genauigkeit zuschreibt, ein mittlerer Fehler jeder Angabe von ± 33 Toisen oder $^1/_{58}$ der ganzen Höhe, und ein wahrschein-

licher Fehler des arithmetischen Mittels = ± $8^1/_3$ Toisen oder $^1/_{240}$ der ganzen Höhe.

Würde man auch die beiden Barometermessungen von Borda und L. v. Buch weglassen, so wäre das Mittel aus 5 Messungen = 1906 Toisen, der mittlere Fehler jeder Bestimmung = ± 8 Toisen und der wahrscheinliche Fehler des Mittels = ± $2^3/_5$ Toisen = $^1/_{794}$ des Ganzen. Diese Genauigkeit ist zwar sehr befriedigend; allein die Barometer-Beobachtungen von 1776 und 1816 deshalb nicht zu berücksichtigen, weil sie mit einem als nahe richtig angenommenen Werthe nicht übereinstimmen, ist so lang durchaus unstatthaft, als man nicht in der Lage ist, eine derartige Ausschliessung durch haltbare kritische Gründe zu rechtfertigen. Bleiben wir also bei dem vorletzten Resultate stehen, so dürfen wir mit einer gewissen Annäherung zur Wahrheit behaupten, dass die Höhe des Pics von Teneriffa bis auf eine Unsicherheit von $^1/_{240}$ des Ganzen genau bekannt sei, vorausgesetzt, dass sich die Höhe des ehemals thätigen, nun seit langer Zeit erloschenen Vulkans nicht langsam verändere.

Ich würde hier als zweites Beispiel die seit dem Jahre 1749 öfter wiederholten Höhenbestimmungen eines kleineren Vulkans, des Vesuvs, anführen,[65] wenn es nicht fast gewiss wäre, dass der Berg langsam seine Höhe verändert, möge diese Aenderung auch nur die Craterränder, oder den bei Ausbrüchen sich bildenden Eruptionskegel betreffen. Ueber die Höhe des Chimborazo kann ich nur die drei folgenden theils barometrischen theils trigonometrischen Messungen anführen: barometrisch in sofern ein Theil der Triangulation durch ein barometrisches Nivellement zu vervollständigen war; denn noch nie ist es gelungen, ein Instrument bis auf den Gipfel dieses Berges zu tragen.[66]

Höhe des Chimborazo	= 3220	Toisen	nach	La Condamine und Bouguer.
„ „ „	3380	„	„	Jorge Juan.
„ „ „	3350	„	„	A. v. Humboldt.

Dass die letztere Angabe die sicherste sei, dürfte nicht zweifelhaft sein. Die grösste Genauigkeit indessen hat man bis jetzt, so scheint es, bei der Höhenbestimmung des Montblanc,

des **Monte Rosa** und des **Kintschinjinga** im Himálaya erreicht.[67]

Nachdem wir an wenigen Beispielen den Grad der Genauigkeit der Bergmessungen auf der Erde schätzen gelernt haben, wenden wir uns zu den Bergmessungen auf dem Monde, wobei aber stets nur die Methode der Schatten zu verstehen ist. Wir betrachten zuerst einen mehr oder weniger steil aufragenden Berg, der seinen Schatten wenigstens zum grössten Theile auf ebenes Land werfen kann.

I. Der Mondberg **Calippus** α, am Nordostrande des **Mare Serenitatis**, höchster Gipfel des **Caucasus**.

Dieser gegen Osten mit etwa 35° Neigung sich abdachende Hochgipfel sendet zur Zeit des zunehmenden Mondes (erstes Viertel) seinen Schatten 21 geographische Meilen weit bis in die ebene Gegend am Ringgebirge **Cassini**. Der sich gegen Westen zurückziehende Schatten trifft nie sehr unebenes Land; nur am Fusse des Berges selbst liegt er auf stark ansteigendem Boden. Er ist 1mal von Schröter, 3mal von Mädler und 24mal von mir selbst gemessen worden. In allen folgenden Beispielen bedeutet H den Höhenwinkel des Sonnenmittelpunktes am Horizonte des Berges, h die relative Berghöhe in Toisen ausgedrückt. Die Zusammenstellung der Werthe beginnt mit dem niedrigsten Sonnenstande; sie endet, wenn bei zu grosser Höhe der Sonne der Bergschatten für die Messung schon zu klein geworden ist. Die Messungen von Schröter bezeichne ich durch (Sr.), die von Mädler durch (M). Meine eigenen Beobachtungen folgen ohne Bezeichnung.

Es ist klar, dass man eine zu kleine Berghöhe finden wird, wenn man den Schatten zu einer Zeit misst, da er noch nicht völlig entwickelt erscheint, oder mit andern Worten, wenn er von der Lichtgränze noch stumpf abgeschnitten wird. Erst in dem Augenblicke, wenn die Schattenspitze von der Lichtgränze sich lostrennt, erhält man die ganze Höhe des Berges. Dies übersieht man leicht aus folgenden Zahlen. Ich fand z. B. (Bruchtheile der Minuten sind weggelassen):

Digitized by Google

1854 Dec. 26.	bei der Sonnenhöhe	$H = 4^0\ 12'$	Berghöhe	$h = 2406$	Toisen.
März 6.	„ „ „	$H = 4\ \ 15$	„	$h = 2455$	„
Dec. 26.	„ „ „	$H = 4\ \ 19$	„	$h = 2534$	„
Dec. 26.	„ „ „	$H = 4\ \ 21$	„	$h = 2567$	„

Bei allen diesen Beobachtungen floss der Schatten mit der allgemeinen Nacht des Mondes zusammen, und seine Spitze konnte noch nicht gesehen werden. Dagegen wurde gemessen:

1853 Juni 13. bei der Sonnenhöhe $H = 5^0\ 9'$ Berghöhe $h = 2951$ Toisen.

Hier war die Schattenspitze bereits deutlich sichtbar, und die Rechnung ergab sonach auch sehr nahe die schon anderweitig bekannte grösste Höhe dieses Gipfels. Die vollständigen Messungen des Berges Calippus α sind folgende:[68]

bei $H = 5^0$	$9'$	$h = 2951$	Toisen.		bei $H = 6^0$	$31'$	$h = 2262$	Toisen.
5	11	2920	„		8	26	2255	„
5	13	2979	„		8	34	2198	„
5	23	2752	„		8	36	2301	„
5	23	3190	„	(M.)	9	11	2257	„
5	29	2840	„		11	4	1721	„
5	48	2741	„	(M.)	11	31	2307	„
6	3	2656	„		11	49	2496	„
6	3	2638	„	(M.)	13	9	2332	„
6	4	2633	„		13	23	1615	„
6	15	2706	„		14	33	2143	„
6	27	2622	„	(Sr.)	21	34	2189	„

Was zuerst bei diesen Zahlen auffällt, ist die Abnahme der Berghöhe bei zunehmender Elevation der Sonne; man findet zwischen den Messungen bei $H = 5^0\ 23'$ und $H = 13^0\ 23'$ einen Unterschied von 1575 Toisen. Hierbei muss nun wohl erwogen werden, dass die Messung bei $13\frac{1}{2}^0$ Sonnenhöhe schon sehr unsicher wegen der Kürze des Schattens ist, und dass ein geringer Beobachtungsfehler einen grossen Einfluss auf die Berghöhe hat. Ausserdem aber ist aus der Localität mit Evidenz nachzuweisen, dass bei $13\frac{1}{2}^0$ Sonnenhöhe der Schatten auf erhehlich höhere, dem Gebirge schon benachbarte Terrassen fällt, während man genügenden Grund zu der Annahme hat, dass der Berg gegen Osten

Digitized by Google

eine sehr schroffe Spitze bilde, und demnach bei einer Elevation der Sonne von 13° bis 14° noch Schatten werfen könne. Wollte man indessen, ohne die Beschaffenheit des Landes, auf dem der Schatten hinzieht, gehörig zu würdigen, alle Abweichungen der obigen Zahlen bloss als Beobachtungsfehler ansehen, so müsste man auch zugestehen, dass jede noch so gute Messung mit dem mittlern Fehler von nahe ± 400 Toisen behaftet sei, eine Annahme, welche durch alle Erfahrungen so vollständig widerlegt wird, dass sie nicht weiter verfolgt zu werden braucht. Offenbar ist es nöthig, die bei nahe gleichen Höhenwinkeln der Sonne angestellten Messungen in arithmetische Mittel zu vereinigen, um so die Beobachtungsfehler auszugleichen und weniger schädlich zu machen. Geschieht dies, so ist:

bei $H =$ 5°	11′	$h =$	2950^t	aus	3	Beob.	
5	20	„	2973	„	3	„	= 17838 Par. Fuss;
5	23	„	2971	„	2	„	
5	31	„	2881	„	4	„	
5	47	„	2745	„	3	„	
6	3	„	2642	„	3	„	
6	24	„	2530	„	3	„	
8	32	„	2251	„	3	„	
9	11	„	2257	„	1	„	
11	28	„	2175	„	3	„	
13	42	„	2030	„	3	„	= 12180 Par. Fuss.

Hierdurch gewinnen die Beobachtungen ohne Zwang schon eine andere Gestalt; man bemerkt die sehr regelmässige Abnahme der Berghöhe bei steigender Höhe, und die Beobachtung im Besondern entscheidet für die Annahme, dass die allmäliche Erhebung des Bodens gegen den Berg hin, von viel grösserem Einflusse sei, als die etwaige Abrundung des Gipfels.

Die scheinbare Abnahme der gemessenen Berghöhe von 943 Toisen zwischen einer Sonnenhöhe von 5° 20′ und von 13° 42′ rührt also zum grössern Theile davon her, dass der Schatten sich aus der Ebene auf die östliche Abdachung des Gebirges zurückzog, zum geringern Theile aber davon, dass bei mehr als 13° Sonnenhöhe der oberste, vielleicht doch kuppelförmig gewölbte

Digitized by Google

Gipfel keinen Schatten mehr werfen konnte. Betrachtet man die Abweichungen der zweiten Uebersicht als bloss von den Unebenheiten des Landes abhängig, so findet man den mittlern Fehler einer Messung nur noch $= \pm 112$ Toisen $= 1/_{26}$; diese Unsicherheit ist noch etwas geringer als jene, welche in der dreifachen Höhenbestimmung des Chimborazo stattzufinden scheint. Indessen bin ich der Meinung, dass für den Berg Calippus α (wenn man Messungen bei mehr als 9° Sonnenhöhe ausschliesst) die Unsicherheit von $\pm$ 112 Toisen viel zu gross sei. Sie ist bei sehr guten Beobachtungen gewiss nicht mehr als $\pm$ 50 Toisen; aber die Entscheidung wird erst möglich, wenn dereinst 200 bis 300 Beobachtungen vorhanden sein werden.

II. Cap Huygens in den Apenninen, nach 20 Beobachtungen von mir, und 4 Beobachtungen von Mädler.

Vereinigt man alle Beobachtungen in arithmetische Mittel, so hat man:

bei $H =$ 4° 40′	$h =$ 2495	Toisen	aus	4	Beob.
5 25	2389	„	„	4	„
6 20	2488	„	„	4	„
7 34	2434	„	„	4	„
8 31	2389	„	„	4	„
11 3	2195	„	„	4	„

Lässt man die schon unsichere Bestimmung bei $H = 11°$ unberücksichtigt, so sind die Extreme 106 Toisen, oder $1/_{25}$ des Ganzen, unter der Voraussetzung, dass der Schatten stets in die Ebene falle und der Gipfel spitz sei. Beides findet indessen streng genommen nicht Statt.

III. Alpen η. Nach einer Beobachtung von Mädler und 8 von mir hat man:

bei $H =$ 3° 58′	$h =$ 1396	Toisen	aus	4	Beob.
5 21	1326	„	„	4	„
7 33	1150	„	„	3	„

Der Schatten fällt östlich in das hier sehr ebene Mare imbrium.

Digitized by Google

Aber die Gestalt desselben lehrt, dass der Berg eine runde Kuppe habe. Dasselbe gilt für viele der andern Gipfel, welche diese glänzende, bei aufgehender Sonne höchst prachtvolle Gebirgskette zusammensetzen.

IV. Cap Laplace; nach dem grössern Theile eigener Messungen.[69]

bei $H =$	3°	33′	$h =$ 1674	Toisen	aus	2	Beob.
	3	37	1701	„	„	2	„
	3	44	1653	„	„	2	„
	3	51	1679	„	„	2	„
	3	59	1666	„	„	2	„
	4	12	1611	„	„	2	„
	5	3	1725	„	„	2	„
	6	10	1738	„	„	2	„
	6	38	1668	„	„	2	„

Mittel = 1679 Toisen = 10074 Par. Fuss.

Der Unterschied zwischen der grössten und kleinsten Angabe ist = 127 Toisen; Abweichungen vom Mittel = — 68 und + 59 Toisen. Setzt man die mittlere Abweichung von dem arithmetischen Mittel = 63 Toisen, so ist dies etwa $^1/_{27}$ der ganzen Höhe. Der Schatten liegt stets in der sehr ebenen Fläche des Mare imbrium, aber seine Spitze ist so ausserordentlich schmal und scharf, dass es mir nie gelungen ist, mit völliger Sicherheit ihre Trennung von der Phase zu erkennen. Die wahre Berghöhe ist sicher wenigstens 1700 Toisen, fast genau gleich der Höhe des Aetna.

Bei allen diesen Angaben muss wohl unterschieden werden: der mittlere und wahrscheinliche Fehler eines Resultats, bestimmt durch die Rechnung; die grössten Extreme zwischen den niedrigsten und höchsten Werthen; die Abweichung einer oder mehrerer Beobachtungen von einem arithmetischen Mittel.

Für 9 Berge habe ich einen Theil derjenigen Messungen in arithmetische Mittel vereinigt, welche aus Beobachtungen bei sehr niedrigem Sonnenstande abgeleitet wurden, und beiläufig den wahrscheinlichen Fehler dieser Mittelzahlen berechnet, unter der Voraussetzung, dass die Abweichungen der Messungen nur von Beobachtungsfehlern herrühren. Ich fand:

Digitized by Google

für Cap Huygens	den	wahrscheinlichen	Fehler =	$^1/_{155}$	der	ganzen	Höhe.
„ Huygens	„	„	„	$^1/_{117}$	„	„	„
„ Pico	„	„	„	$^1/_{63}$	„	„	„
„ Lahire	„	„	„	$^1/_{67}$	„	„	„
„ Pico *A*	„	„	„	$^1/_{58}$	„	„	„
„ Alpen *η*	„	„	„	$^1/_{51}$	„	„	„
„ Calippus *α*	„	„	„	$^1/_{49}$	„	„	„
„ Eudoxus *α*	„	„	„	$^1/_{93}$	„	„	„
„ Eratosthenes *η*	„	„	„	$^1/_{34}$	„	„	„

Diese Resultate sind bei aller Schwierigkeit der Beobachtung und bei der geringen Anzahl der Messungen sehr befriedigend; sie lehren, dass wir die Höhe mancher Mondberge mit einer Sicherheit kennen, die bei Bergen unserer Erde in vielen Fällen zur Zeit noch nicht vorausgesetzt werden darf.

Bisher war nur die Rede von isolirten Bergen, deren Schatten niemals auf ganz unebenen Boden fallen können. Betrachten wir jetzt die auf dem Monde so überaus häufigen Fälle, in denen der Wall eines tiefen Craters seinen Schatten bald in den Grund der Concavität, bald gegen die steilen Wände der Umwallung werfen kann. Als Beispiel möge der muthmaasslich höchste, durch den Schatten noch bestimmbare Berg des Mondes, Curtius *δ*, gewählt werden, der auf dem Nordostwalle des $11^1/_2$ Meilen breiten Craters Curtius liegt, und bei abnehmendem Monde seinen Schatten in dem nördlichen Theile der Tiefe entwickelt. Bei dieser westlichen Richtung des Schattens hat Mädler den Berg einmal gemessen. Von meinen 40 Beobachtungen dieses ausserordentlichen Berges wähle ich diejenigen aus, welche für unsern Zweck dienlich sind.

bei H = 22°	0′	h = 1100	Toisen	aus	2	Beob.
20	12	1412	„	„	1	„
12	21	3106	„	„	4	„
11	33	3761	„	„	4	„
10	28	4046	„	„	4	„
9	44	3936	„	„	3	„
8	34	3834	„	„	3	„
7	33	3770	„	„	3	„
6	16	3261	„	„	2	„
5	38	2994	„	„	4	„
5	22	2903	„	„	3	„
2	46	1048	„	„	1	„

Digitized by Google

Diese Messungen sind folgendermaassen zu verstehen. Wenn bei abnehmendem Monde die Sonne noch 22° hoch über dem Horizonte des Berges steht, so findet man durch seinen alsdann sehr kurzen Schatten nur eine relative Höhe des Gipfels von 1100 Toisen, d. h. der Schatten reicht kaum bis zur innern höchsten Wallterrasse des Craters. Ist die Sonne bis 13° gesunken, so überdeckt der Schatten bereits alle östlichen Terrassen, und beginnt sich westlich auf dem vertieften Craterboden auszudehnen; man findet hier die Höhe = 2800 Toisen. Bei 10½° Sonnenhöhe berührt das Schattenende die Mitte, d. h. den nördlichen Theil des Meridians der Cratermitte, denn wegen seiner Lage kann der Schatten die wahre Mitte des Craters nie erreichen. Alsdann beträgt der relative Höhenunterschied wahrscheinlich wenigstens 4200 Toisen oder 25200 Par. Fuss. Von hier an beginnt der Boden des Craters wieder gegen den westlichen Wall sich zu erheben, und die Zahlen zeigen deutlich, wie bei sinkender Sonne die Berghöhe stets geringer durch die Rechnung dargestellt wird. Bei 2° 46′ Sonnenhöhe liegt die Schattenspitze oben auf dem über 2000 Toisen hohen nordwestlichen Craterwalle, und bald fliesst er mit der allgemeinen Nacht des Mondes zusammen.[70]

Aehnlich hat man für den Westwall des Craters Tycho:

bei $H = 14\frac{1}{2}°$	$h = 1940$	Toisen,
$10\frac{1}{4}°$	2208	„
8°	2350	„

Bei 14° Sonnenhöhe hat der Schatten kaum die westlichen innern Terrassen verdeckt; bei 8° dagegen reicht er noch bis zur Mitte, bis zum Fusse des gegen 1000 Toisen hohen Centralberges.

Derselbe Craterwall, der bei zunehmendem Monde seinen Schatten in die Tiefe wirft, muss bei abnehmendem Monde den Schatten auf die äussere Umgebung fallen lassen. Es erhellt, dass die zu beiden Zeiten gemachten Messungen darüber entscheiden müssen, ob das Wallgebirge wirklich eine kesselförmige Vertiefung unter dem Niveau des Mondes bilde, oder nicht. Dazu bedarf es

Digitized by Google

nun freilich keiner Messung, denn während das Innere der Crater oft Tage lang mit schwarzem Nachtschatten erfüllt bleibt, sieht man bei entgegengesetzter Beleuchtung an demselben Walle nach aussen wenig oder gar keinen Schatten entwickelt; man überzeugt sich leicht, dass viele Crater wahre kreisförmige Löcher sind, die kaum einen ansehnlich erhöhten Rand um sich haben. Es wird aber von Interesse sein, diesen für die Genesis der Mondoberfläche wichtigen Gegenstand näher zu betrachten und Zahlen zu geben, welche aus den Messungen darüber hervorgegangen sind. Es genügt, meistens nur runde Zahlen anzuführen, indem weder Mädlers noch meine eigenen doppelt so zahlreichen Beobachtungen in ihrer Vereinigung genügen, die Höhenunterschiede selbst in den günstigsten Fällen auf ± 50 Toisen festzustellen.

Ich bezeichne im Nachfolgenden den Höhenunterschied des Craterrandes gegen den tiefsten Punkt im Crater, also die innere relative Höhe, durch *J*; dagegen die Höhe desselben Randes über der äussern Umgebung des Craters durch *A*. Es werden nur diejenigen Ringgebirge gewählt, welche entweder in ganz ebener Fläche liegen, oder in Gegenden, wo kleine Unebenheiten des Bodens wenig in Betracht kommen. Die Grösse *(J—A)* wird also die Vertiefung des Craters unter der dortigen mittleren Oberfläche des Mondes sein, während, wie schon erwähnt, *J* selbst die Tiefe des Cratergrundes unter dem Rücken des ihn umschliessenden Wallgebirges bezeichnet.

Picard . . .	*J* = 980 t	*A* = 420	*J—A* = 560
Picard *A* . .	*J* = 1160 t	*A* = 400	*J—A* = 760
Picard *d* . .	*J* = 1200 t	*A* = 300	*J—A* = 900
Burckhardt . .	*J* = 2300 t	*A* = 700	*J—A* = 1600
Geminus . . .	*J* = 1970 t	*A* = 700	*J—A* = 1270
Plinius . . .	*J* = 1350 t	*A* = 550	*J—A* = 800
Eudoxus . . .	*J* = 1140 t	*A* = 500	*J—A* = 640
Aristoteles . .	*J* = 1370 t	*A* = 400	*J—A* = 970

Digitized by Google

Aristillus . .	$J =$	1450 t	Aristarch . . .	$J =$	1100 t
	$A =$	900		$A =$	400
	$J{-}A =$	550		$J{-}A =$	700
Autolycus . .	$J =$	1420 t	Bulliald . . .	$J =$	1400 t
	$A =$	800		$A =$	790
	$J{-}A =$	620		$J{-}A =$	610
Triesnecker . .	$J =$	850 t	Werner . . .	$J =$	1900 t
	$A =$	350		$A =$	760
	$J{-}A =$	500		$J{-}A =$	1140
Copernicus . .	$J =$	1840 t	Abulfeda . .	$J =$	1400 t
	$A =$	670		$A =$	400
	$J{-}A =$	1170		$J{-}A =$	1000
Reinhold . . .	$J =$	1350 t	Theophilus . .	$J =$	2000 t
	$A =$	380		$A =$	470
	$J{-}A =$	970		$J{-}A =$	1530
Landsberg . .	$J =$	1250 t	Piccolomini . .	$J =$	2000 t
	$A =$	430		$A =$	600
	$J{-}A =$	820		$J{-}A =$	1400
Timocharis . .	$J =$	1100 t	Hommel C . .	$J =$	1280 t
	$A =$	550		$A =$	600
	$J{-}A =$	550		$J{-}A =$	680
Lambert . . .	$J =$	900 t	Jacobi . . .	$J =$	1480 t
	$A =$	380		$A =$	500
	$J{-}A =$	520		$J{-}A =$	980

Diese 24 Beispiele sind aus einer grossen Zahl von andern Beobachtungen ausgewählt. Um möglichst kurz zu sein, übergehe ich die Angabe, ob der östliche oder westliche Craterwall gemeint sei, welche der Beobachtungen Mädlers mit benutzt sind, und weshalb ich mitunter Zahlen gebraucht habe, die mit denen Mädlers nicht ganz übereinstimmen.

Untersuchen wir, wie oft die äussere Wallseite A ihrer Höhe nach in der innern Wallhöhe J enthalten sei, fragen wir also nach dem Verhältnisse der beiderseitigen Höhen des Cratergebirges, so erhalten wir für dasselbe folgende Zahlen:

Picard . . .	= 2,3	Picard d . .	= 4,0
Picard A . .	= 2,9	Burkhardt . .	= 3,3

Digitized by Google

Geminus . .	= 2,6	Timocharis .	= 2,0
Plinius . . .	= 2,4	Lambert . . .	= 2,3
Eudoxus . .	= 1,8	Aristarch . .	= 2,8
Aristoteles . .	= 3,4	Bulliald . .	= 1,8
Aristillus . .	= 2,6	Werner . . .	= 2,5
Autolycus . .	= 2,3	Abulfeda . .	= 3,5
Triesnecker .	= 1,7	Theophilus . .	= 4,2
Copernicus .	= 2,5	Piccolomini .	= 3,3
Reinhold . .	= 3,6	Hommel *C* . .	= 2,1
Landsberg . .	= 2,9	Jacobi . . .	= 2,9

Das Mittel aller dieser Zahlen ist 2,73, d. h. der innere Abfall eines Cratergebirges ist etwa $2^3/_4$mal höher als der äussere, woraus also unwiderleglich hervorgeht, dass die Mondcrater wirklich stark unterhalb der Mondoberfläche vertiefte Einsenkungen sind. Erwägt man die grossen Schwierigkeiten der Schattenmessung an Cratergebirgen, die Ungewissheit, ob man jedesmal denselben Punkt des Walles im Auge gehabt, ob man wirklich die Maxima der beiden Höhen getroffen habe, so wird man die Abweichungen der einzelnen Zahlen vom Mittel nicht gross nennen dürfen. Ich halte für jeden einzelnen Crater wenigstens je 20—30 Beobachtungen erforderlich, um das Verhältniss der äussern und innern Höhe befriedigend sicher zu ermitteln; aber davon sind wir noch sehr weit entfernt.

Ordnet man diese Zahlen nach den Localitäten, worin die Crater vorkommen, so ergiebt sich das Verhältniss von:

2,6	bei	Cratern	im dunklen Lande,
2,7	„	„	im hellen Lande,
2,8	„	„	in hügeliger Umgebung,
2,8	„	„	von bedeutender Grösse und Tiefe, welche ausserdem Terrassen und Centralberge enthalten.

Man bemerkt nicht ohne Befremden die Unabhängigkeit dieser Verhältnisszahl von den grossen Verschiedenheiten des Terrains, aus welcher mit höchster Wahrscheinlichkeit die Crater durch irgend eine Art von Eruption ausgebrochen sind.

Es bleibt noch übrig, so lange von den Bergmessungen im Allgemeinen die Rede ist, auch der Centralgebirge zu gedenken,

Digitized by Google

die isolirt oder in kleinen Gruppen oft die Mitte der Crater bezeichnen. Aehnlich, wie der zu- und abnehmende Schatten eines Wallgebirges dazu dient, vermöge der Messung die Tiefe des Bodens gewissermassen zu nivelliren, so lässt sich auch die Messung des Schattens von einem Centralberge dazu anwenden, durch ihn zur Kenntniss von der Krümmung zu gelangen, nach welcher die Craterhöhlung gebildet ist, immer aber nur unvollständig, weil der Centralberg wegen seiner tiefen Lage sehr häufig vom Schatten des Walles überdeckt wird, und stets nur unter der Voraussetzung, dass sein Gipfel eine steile Spitze sei. Wir haben z. B.:

nördlicher Centralberg im Theophilus:

bei H =	8° 36′	h = 1123 Toisen,
	5 39	1055 „
	4 53	925 „

d. h. bei $8^1/_2{}^0$ Sonnenhöhe liegt die Schattenspitze noch in der Cratertiefe zwischen dem Fusse des Centralberges und der untersten Wallterrasse; bei 5° 39′ überschreitet er die untere Terrasse, und bei 4° 53′ Sonnenhöhe übersteigt er die nächst höhere. Weiter kann die Messung nicht fortgesetzt werden, denn bald verschwindet der Centralberg in dem Schatten des gewaltigen gegen 2000 Toisen hohen Craterrandes.

Unterscheidet man zwischen der mittlern innern Wallhöhe J, und zwischen der Höhe eines auf dem Wall aufragenden Berges über der Tiefe = J', so ist es, wenn auch nur sehr näherungsweise möglich, das Verhältniss der Höhe des Centralberges zur innern (relativen) Wallhöhe J anzugeben. Dies Verhältniss darzulegen, dienen die folgenden Zahlen, welche also ausdrücken sollen, wie oft die Höhe des Centralberges in der Höhe des ihn umgebenden Wallgebirges enthalten sei:

im Cleomedes . . .	= 2,3	im Gassendi . . .	= 1,7
„ Copernicus . .	= 4,6	„ Bettinus . . .	= 3,0
„ Pythagoras . .	= 2,6	„ Moretus . . .	= 2,0
„ Tycho	= 2,2	„ Ricciolus . . .	= 2,7
„ Walter	= 1,7	„ Cilius	= 2,2 71
„ Arzachel . . .	= 1,9	„ Albategnius . .	= 2,4

Digitized by Google

im Werner	= 2,8	im Maurolycus . .	= 4,0 (?)
„ Theophilus . .	= 1,8	„ Piccolomini . .	= 1,9
„ Cyrillus . . .	= 2,2	„ Pitiscus . . .	= 2,6
„ Langrenus . . .	= 1,8	„ Alacq	= 2,2
„ Petavius . . .	= 1,9		

Man findet im Mittel aus diesen 21 Beispielen, dass die Centralberge 2,4 mal niedriger sind, als die mittlern Wallhöhen über der Cratertiefe, und da früher gefunden wurde, dass das Verhältniss der äussern zur innern Wallhöhe = 1: 2,7 sei, so folgt, dass die Centralberge meistens mit ihrem Gipfel noch nicht das mittlere Niveau der Mondoberfläche erreichen: ein Resultat, auf welches zuerst Mädler aufmerksam gemacht hat. Man übersieht dies an folgenden Beispielen, wo ich Ringgebirge wähle, bei denen die äussere und innere Wallhöhe, wie auch die Höhe des Centralgebirges hinlänglich bekannt ist. Natürlich muss man hier nicht *J*, sondern *(J—A)* d. h. die absolute Tiefe des Craters unter der Mondoberfläche in Betracht ziehen:

Copernicus	*J—A* =	1170ᵗ	Centralberg =	370ᵗ	Differenz =	— 700ᵗ
Werner	„	1140	„	700	„	— 440
Theophilus	„	1520	„	1200	„	— 330
Piccolomini	„	1400	„	1000	„	— 400

Diese 4 Centralberge liegen demnach so tief, dass ihre Häupter durchschnittlich noch 400 bis 500 Toisen nach unten von der Oberfläche des Mondes abstehen: ein merkwürdiges Verhältniss, welches wohl verdient, an vielen andern Beispielen näher untersucht zu werden.

Wir haben gesehen, dass in günstigen Fällen sich die Höhe eines Mondberges sehr genau bestimmen lasse, und zieht man in Erwägung, dass wir nur durch diese Höhenmessungen allein im Stande sind, die wahre Gestaltung einzelner Berge und, was wichtiger ist, die Gestalten der Craterbecken kennen zu lernen, so wird man diese Untersuchungen nach den rein topographischen Arbeiten als eine Hauptaufgabe der Selenographie betrachten müssen. In der Erdkunde verzeichnet man mit grosser Sorgfalt alle Veränderungen, welche die Oberfläche unsers Planeten, namentlich durch vulkanische Kräfte, betreffen. Diese Veränderungen sind es,

Digitized by Google

welche eben so sehr die wissenschaftliche Forschbegierde, als die Phantasie des Menschen anregen. Für den Geologen giebt es nichts Festes und Unwandelbares auf der Erde; vielleicht in jeder Stunde erhebt bald hier bald dort ihre Oberfläche; es entstehen Berge und andere stürzen zusammen. Im Laufe der drei letzten Jahrhunderte sind so emporgestiegen: der Monte Nuovo bei Neapel und der mexikanische Yorullo;[72] es ist eingestürzt: der Gipfel des Carguairazo und früher noch die Kuppe des Capac-Urcu: beide Nachbarn des Chimborazo, der erstere durch ein Thal von ihm getrennt, der andere ihm morgenwärts gegenüber in der östlichen Cordillere.[73]

Wenn schon auf der Erde ungeachtet ihrer so festen Massen solche Veränderungen möglich sind, so möchten ähnliche auf dem Monde weniger befremden, wenn man erwägt, dass die Dichtigkeiten der Materie an der Oberfläche unsers Trabanten geringer sind als auf der Erde, und dass geringere Kräfte als unsere vulkanischen dort viel grössere Wirkungen haben müssen. Wollen wir also mit irgend zulässigen Gründen hoffen, dereinst etwas über die Hergänge der Natur auf dem Monde zu erfahren, so dürfen wir nie ermüden, zu beobachten, zu zeichnen und namentlich zu messen. Jede Hypothese ohne Nachweis durch Beobachtungen ist in diesem Gebiete unwichtig; sie wird schädlich, wenn sie bei befangenen Geistern gleich anfangs der Beobachtung eine bestimmte Richtung giebt. Der Beobachter als solcher hat gar keine Richtung bei seinen Untersuchungen einzuschlagen, ausser derjenigen, vermöge welcher er sich nur mit den Verhältnissen der Dimensionen, höchstens noch mit denen des Lichts und der Farbe beschäftigt. — Kann man zu irgend einer Zeit sicher annehmen, dass zufolge vieljähriger Beobachtungen in einer gewissen ganz ebenen Gegend auf dem Monde von z. B. 100 Quadratmeilen, kein einziger etwas heller Crater oder Hügel vorhanden sei, so wird man später mit Recht behaupten dürfen, eine neue Entstehung auf dem Monde entdeckt zu haben, wenn an gedachter Stelle ein Berg von nur 20 Toisen Höhe gefunden wird, denn dieser ist nicht nur bequem sichtbar, sondern auch messbar. Wenn ferner es uns möglich ist, die grösste Höhe des Berges Calippus α zu 2980 Toisen mit der Sicherheit anzugeben, dass der wahrscheinliche Fehler nur

Digitized by Google

± 20 Toisen beträgt, so wird man in späterer Zeit, falls die Berghöhe z. B. dann 200 Toisen grösser oder geringer gefunden werden sollte, mit mathematischer Gewissheit behaupten dürfen, dass dieser Berg eine merkliche Veränderung erlitten habe. Die Messung allein ist es, welche entscheidet.

Die grösste Höhe eines Mondberges über der mittleren Oberfläche kann man, ohne zu übertreiben = 4200 Toisen, die grösste Vertiefung eines Craterbodens unter der mittlern Oberfläche des Mondes zu höchstens 1600 Toisen annehmen. Die Summe beider macht 5800 Toisen oder 34800 Par. Fuss, oder $^1/_{154}$ des Mondhalbmessers. Diese Zahl gilt für den grössten Höhenunterschied, während die (annähernd) absolute Höhe eines Berges von 4200 Toisen nur $^1/_{212}$ des Halbmessers ist. Für die Erde sind die entsprechenden Zahlen folgende: grösste absolute Höhe = 4406 Toisen oder 26436 Par. Fuss (Kintschinjinga); grösste, im Jahre 1852 entdeckte Meerestiefe = 7230 Toisen; die Summe beider = 11636 Toisen = 69816 Par. Fuss = $^1/_{281}$ des Erdhalbmessers, während die absolute Höhe des genannten Berges nur $^1/_{743}$ des Erdhalbmessers beträgt.[74]

XVI. Von der Vertheilung der Ebenen und der Gebirge auf dem Monde.

Obgleich auf dem Monde weder grosse noch kleine Ansammlungen von Wasser vorkommen, zeigt sich doch bei dem ersten Anblicke ein sehr auffallender Unterschied zwischen der Configuration grosser Flächenräume, die, viele tausend Quadratmeilen umfassend, Ebenen von dunkler Färbung bilden, und zwischen dem sie ringsum scharf begränzenden helleren Berg- und Hügellande. Dieser Unterschied an sich bedingt keine Aehnlichkeit zwischen dem Monde und der Erde. Würde der Grund der Oceane und der Binnengewässer trocken gelegt, so würde der Meeresboden wie ein unebenes und theilweis mit hohen Gebirgen besetztes Land erscheinen; auf ihm würde man ausserdem ebene Flächen von grosser Aus-

Digitized by Google

dehnung erblicken, die mit den Flachländern Amerikas und Europas zu vergleichen sind, aber in Rücksicht der Farbe sind nicht die Contraste zu erwarten, welche sich auf dem Monde darbieten. Anders ist die Farbe der pflanzenlosen Wüste, anders die der einförmig mit Heidekraut bedeckten Ebenen, der grasbewachsenen Llanos oder der grossen Waldlandschaften Südamerikas. Auf dem Monde haben alle grösseren zusammenhängenden Flachländer eine dunkelgraue, mit grünem und bräunlichem Schimmer versehene Farbe; abstrahirt man von den Flächen gewisser Wallgebirge, und von den ebenen hellen Zwischenräumen so mancher Gebirgsglieder, so zeigen sich die grauen Flächen (Mare), die man ehemals für Meere hielt, vorzugsweise in der nördlichen Hemisphäre verbreitet. Im Ganzen betrachtet, mangelt ihnen keine Gebirgsform, aber die Unebenheiten sind seltener darin, durch grosse Räume getrennt, und colossale Massen treten nur an ihren Rändern auf. Wurmförmig gewundene, 10 bis 200 Toisen hohe graue Bergadern sind überall in ihnen verbreitet, ebenso beulenförmige Auftreibungen, schwache muldenförmige Vertiefungen, kleine und mittelgrosse Crater, glänzende isolirt aufsteigende Berge von mässiger Höhe, Rillen und Gruppen kleinerer Hügel. Sie sind ausserdem durchzogen von Lichtstreifen, welche, ohne die Niveauverhältnisse zu ändern, ihren Anfang an den Wällen mächtiger Ringgebirge haben. Wo am Rande solcher Ebenen Hochgebirge auftreten, zeigt sich die schroffe höhere Seite vielfach der Ebene zugewendet; Fragmente des grauen Colorits erscheinen zerstreut als dunkle Flecken in einzelnen Ringgebirgen, wie z. B. im Alphonsus und Petavius, oder das Grau überzieht die ganze innere Fläche eines Craters, mit Ausnahme des Wallgebirges. Man glaubt zu bemerken, dass in Rücksicht auf die Seltenheit der Gebirge in den Maren diese grauen Ebenen gleichsam noch ein Bild der uralten Oberfläche des Mondes darstellen, welche später durch innere Gewalten, durch aufbrechende hellere Massen zum grossen Theile zertrümmert wurde. Sie vermochten mehr Widerstand zu leisten, und wo sie weichen mussten, blieb nur hier und dort ein Stück von ihnen in der allgemeinen Verwüstung übrig. In ihnen war die von unten her wirkende Kraft oft genöthigt, nach vergeblichen Versuchen, durchzubrechen,

Digitized by Google

gangartig[75] eine horizontale Richtung einzuschlagen, in welcher sie meilenweit den Boden zu flachen Bergadern auftrieb. Die so geschwächte Kraft, falls sie dazu noch im Stande war, warf zuletzt noch am Ende solcher Ader einen kleinen Crater auf. Diese Betrachtungen lassen sich, nicht ohne gute Gründe, viel weiter ausführen, aber die Beobachtungen sind noch nicht genügend.

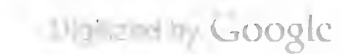
Die Hypothese verlassend, wenden wir uns zu einer beiläufigen Schätzung des Areals der grauen Ebenen. Theilt man, wie es in der Mädler'schen Charte der Fall ist, die sichtbare Halbkugel des Mondes in 4 Quadranten, und nennt man:

den	nordwestlichen	Quadranten	den	1sten;	für	das	freie	Auge	rechts oben,
„	nordöstlichen	„	„	2ten	„	„	„	„	links oben,
„	südöstlichen	„	„	3ten	„	„	„	„	links unten,
„	südwestlichen	„	„	4ten	„	„	„	„	rechts unten,

so findet man, dass die beiden nördlichen Quadranten 1 und 2 die meisten Ebenen enthalten. Der grösste Unterschied jedoch findet statt zwischen dem 1sten und 4ten Quadranten.

Der Flächeninhalt mehrerer grauen Ebenen ist bereits von Mädler bestimmt worden. Diesen schwierigen und z. Th. sehr gewagten Schätzungen füge ich einige andere bei, um näherungsweise den Gesammtinhalt aller dunklen Flächen zu ermitteln, wobei indessen nur runde Summen in Anschlag gebracht werden.

Mare Crisium	3000	Quadratmeilen.
Mare Vaporum und Sinus Medii . . .	4000	„
Mare Serenitatis	6000	„
Mare Tranquillitatis	6000	„
Mare Foecuntitatis	7500	„
Mare Nectaris	2500	„
Mare Frigoris	5000	„
Mare Humorum	2500	„
Mare Humboldtianum	2000	„
Mare Imbrium	16000	„
Mare Nubium	18000	„
Oceanus Procellarum	90000	„
Die übrigen zerstreuten grauen Flecken .	5000	„
Summa =	167500	Quadratmeilen.


Digitized by Google

Hier sind freilich alle Uebergangsformen mit inbegriffen, mittelhelles Hügelland, Lichtstreifen, isolirte Berge und Crater. Um nicht zu übertreiben, setzen wir die Gesammtarea der Ebenen nur = 160000 Quadratmeilen. Da nun die halbe Oberfläche der Mondkugel 344600 geographische Quadratmeilen enthält, so zeigt sich, dass sämmtliche graue Ebenen zusammen noch nicht die Hälfte der diesseitigen Hemisphäre erfüllen. Mädlers Schätzung beträgt nur $^2/_5$ oder etwa 130000 Quadratmeilen.

Aehnlich, wie auf der Erde durch die Vertheilung von Land und Meer der Charakter einer Landschaft, oder geognostisch und geographisch aufgefasst, der Charakter eines ganzen Welttheils bestimmt wird, kann man auch von dem Monde sagen, dass der allgemeine Eindruck, den der Anblick seiner Oberfläche gewährt, durch die Gestalt und Verbreitung der schon dem unbewaffneten Auge sichtbaren grauen Ebenen bedingt sei. Dies gilt für den Vollmond, denn zur Zeit der Phasen treten mitunter die grauen Flächen nicht bedeutend hervor, und der vorherrschende Typus der Ringgebirge ist es alsdann, der dem Monde ein so fremdartiges Ansehen verleiht. Wir, wenn wir eine Landschaft betrachten, machen unser Urtheil über sie abhängig von dem sinnlichen Eindrucke, den Formen und Farben hervorrufen; wir reden von der Grösse, von dem Ernste oder der Anmuth einer Landschaft, je nachdem das Gesehene unser Gemüth berührt. Bald ist es der Reichthum der Pflanzen und Thiergestalten, oder der Wechsel des bebauten Landes mit dem waldbedeckten Gebirge, bald die dunkle Linie, in der der Himmel auf dem Horizonte des Meeres ruht, oder die Rauchsäule eines fernen, kegelförmig aufsteigenden Vulkans, der Spiegel der Seen, oder auf hohen Felshörnern der Glanz des über die Wolkendecke weithinleuchtenden ewigen Schnees, der lebhaft unsere Aufmerksamkeit fesselt, unsere Bewunderung erregt, und dem forschenden Auge die grossen, den Charakter der Landschaft bedingenden Züge erkennen lässt. Bietet auch für unsern Anblick der Mond keineswegs solchen Reichthum der Ansichten dar, so haftet das Auge doch vorzugsweise gerne auf den dunklen, oft zackig begränzten Flächen, auf den weiss schimmernden Streifen, welche die Einförmigkeit jener unterbrechen, und auf dem blenden-

Digitized by Google

den Kranze mächtiger Gränzgebirge, wenn diese Hunderte von Quadratmeilen durch ihre parallellaufenden schmalen und spitzen Schattengestalten mit tiefer Nacht bedecken. Es kehrt stets wieder zu den Ebenen zurück; der Reiz ihres Anblickes und der stille geheimnissvolle Zauber, den oft ihre Entwicklung aus der Nacht zum Tageslicht darbietet, ist anregender und wohlthuender, als die ermüdende und anstrengende Betrachtung des hellen Gebirgslandes, wo aneinander gedrängt colossale Crater in stets sich wiederholenden Formen und ohne Wechsel des Lichts und der Farbe der Betrachtung nirgends Ruhepunkte gewähren. — Zeichnungen und Messungen in und an den grauen Maren sind leichter und angenehmer, als in dem wilden lichtstrahlenden Berglande; für den Selenographen ist das Mare eine Oase in der Wüste.

XVII. Gebirge.

Nachdem wir den Gegensatz der dunklen Ebenen und des hellen gebirgigen Landes hervorgehoben haben, betrachten wir die Bergmassen selbst, und zwar zunächst wieder nur nach ihren allgemeinen Formen. Das erste charakteristische Merkmal, welches in einer telescopischen Ansicht des Mondes auch dem ungeübtesten Beobachter auffällt, ist die Kreisform. Sie wiederholt sich in vielen tausend Beispielen, sie ist eigen den grössten Gebirgsformen auf unserer Nachbarwelt und nicht weniger Gebilden, deren äusserste Kleinheit sich schon einer sicheren Wahrnehmung entzieht. Unverkennbar ist an einigen wohlbegränzten grauen Flächen (Maren) das Hinneigen zur kreisförmigen Umwallung, die Aehnlichkeit mit dem Ringgebirge. Wo mehrere Ebenen sich berühren, zeigen ihre oft mächtigen Gränzmauern in grossen Buchten Theile eines Kreisbogens, der hier unterbrochen, dort in einem andern Gebirge fortgesetzt erscheint.

Mag man dieser Anschauung, welche sich stützt auf die Beschaffenheit der Umgränzungen des Mare Crisium, des Mare

Digitized by Google

Serenitatis, Nectaris, Humorum, der grossen mare-ähnlichen Wall-flächen Kästner und Mare Humboldtianum, beipflichten oder nicht — immerhin ist diese wunderbare und dazu durch die grössten Niveau-differenzen ausgezeichnete Neigung zur Kreisform nicht zu übersehen, und sehr wahrscheinlich darf man sie nicht als rein zufällig betrachten. Sie lässt uns ahnen, dass in der Vorzeit die ersten und gewaltigsten Katastrophen auf dem Monde eben diese Formen gestalteten, denen viele tausend andere im verkleinerten Maassstabe und in zahllosen Uebergängen gefolgt sind.

Es wird vortheilhaft sein, der Uebersichtlichkeit wegen, zunächst das eigentliche Cratergebirge, und erst später das Massengebirge und die isolirten Höhen des Mondes im Besondern zu beschreiben.

XVIII. Die Ringgebirgsform.

Bei Gelegenheit des Abschnittes über die Höhenmessungen ist bereits von den Vertiefungen die Rede gewesen. Wir haben erfahren, dass kreisförmige Becken mit ihrem Grunde erheblich unter die Oberfläche des Mondes eingesenkt seien. Wahrscheinlich in allen Fällen ist diese Tiefe mit einem mehr oder weniger erhöhten Walle, dem Craterrande umgeben, der oft genug ansehnlich, selbst bis zu 800 Toisen über das umgebende Land aufsteigt.[76] Bei den grösseren Gebilden ist das Wallgebirge mitunter wenig zusammenhängend; es erscheint nicht nur sehr zerklüftet und stellenweis geöffnet, sondern zeigt auch erhebliche Abweichungen von der Kreisform. In den meisten Fällen umgiebt die Tiefe ein mauerartig geschlossener Wall, dessen Höhe ringsum nahe dieselbe bleibt, dessen Abdachung nach aussen zwischen 1° und 4° Neigung hat, dessen innerer Abfall aber oft sehr schroff mit Wänden von 20° bis 50° Neigung zur Tiefe sich herabsenkt. Ohne Zweifel ist bei den regulären Ringgebirgen der oberste Rand sehr scharf, dabei mitunter von ansehnlichen Gipfeln oder von kleinen wellenförmigen Zacken und Buckeln gekrönt. Nach aussen ist der Wall

Digitized by Google

wenig oder gar nicht gegliedert, aber inwendig zeigt er in zahlreicher Fülle ein System einfacher, doppelter oder vielfacher Terrassen, welche am innern Fusse in der Tiefe beginnend, in concentrischer Lagerung gegen den Wall aufsteigen, und dadurch seine Steilheit vermindern. Je zwei Terrassen sind durch eine sehr enge von schroffen Wänden begränzte Thalschlucht grösstentheils getrennt; nur hin und wieder sieht man brückenartige Verbindungen (nicht überwölbte Durchgänge, sondern compacte Querdämme) oder grössere Erhebungen, welche daselbst die reguläre Thalbildung gestört haben.[77] Je höher die Terrasse liegt, desto schmaler und schroffer ist ihr oberster Saum; unten werden die Terrassen unregelmässiger, zerklüftet; sie gehen in Gestalt sehr kleiner Hügel in den Craterboden über, oder stehen gar mit dem Centralgebirge in Verbindung. Fast durchgängig, wo eine Störung in der Kreisgestaltung und selbst in den Terrassen auftritt, ist sie durch einen Crater von mittlerer, häufiger aber von geringer Grösse bewirkt worden. Diese Störung erscheint nur als Unterbrechung im Gebirgszuge, und in manchen Fällen wohl auch (obgleich hierüber die Beobachtung noch nicht bestimmt entscheidet) als seitliche Verdrängung und Verschiebung einer Masse, die vormals an der Stelle der neuentstandenen Unterbrechung gelegen haben mochte.[78] Wo viele Crater neben einander liegen, übersieht man an manchen Orten sehr leicht, welche von jüngerer Entstehung sind; die Zerstörungen, welche kleine Crater in ältern Gebilden angerichtet haben, sind oft höchst augenfällig, und nicht weniger, wenn sie sich mit ihren Wällen berühren oder ineinandergreifen, die Veränderungen der Kreisgestalt, die oft zu merkwürdigen Formen ausartet, so dass die Ansicht nahe liegt, die ganze emporgetriebene Masse sei noch nicht völlig erstarrt gewesen, als die spätere Störung eintrat.

Es steht zwar im Allgemeinen fest, dass die meisten Crater tiefe Becken bilden, also halbkugelförmige Aushöhlungen sind; allein man findet auch sehr merkwürdige Ausnahmen. Denn in einigen Fällen sieht man auf das Deutlichste, dass der Grund des Craters nicht nur nicht vertieft, sondern stark beulen- oder kuppelförmig aufgetrieben (expandirt) ist. Auf solcher Beule liegt dann ein Centralgebirg, wie im Petavius,[79] oder eine Reihe sehr kleiner

Crater und Hügel, wie im Mersenius, oder ein schwaches System ganz niedriger Bergadern, wie im Wargentin. Die Messungen belehren uns ferner, dass in gewissen Fällen das Innere des Ringgebirges keine krumme und auch überhaupt keine vertiefte, ja selbst eine über dem Niveau des Mondes liegende Fläche bilde. Alle diese Formverschiedenheiten, die einer viel speciellern Untersuchung unterworfen werden müssen, deuten hin auf die Veränderlichkeit der Kraft und des localen Widerstandes, deren Resultat wir an unzähligen Cratern klar und deutlich im Fernrohre vor uns sehen.

Die Bezeichnung der verschiedenen Ringgebirgsformen, wie sie von Schröter, Lohrmann und Mädler angewandt wurde, ist jedenfalls beizubehalten; ich folge derselben ebenfalls im Allgemeinen, ohne mich im Besondern strenge nach derselben zu richten. Demzufolge lassen sich die verschiedenen Gestalten des Ringgebirges besser übersehen, wenn man sie etwa nach den jetzt zu beschreibenden Merkmalen unterscheidet.

1. Alte Wallebenen, zu denen ich wenigstens die gut geschlossenen Mareflächen rechne; sie haben über 30 Meilen Durchmesser, sind inwendig vergleichungsweise sehr eben, vielleicht unter das mittlere Niveau des Mondes vertieft, und im Allgemeinen kreisförmig gestaltet; z. B. Mare Crisium, Mare Kästner, Mare Humboldtianum.

2. Gewöhnliche Wallebenen von ganz oder häufiger nur angenähert kreisförmiger Gestalt, zwischen 30 und 14 Meilen im Durchmesser; das Wallgebirg ist stark zerklüftet, von sehr ungleicher Höhe bis zu 1500 und 1900 Toisen. Die Terrassen fehlen entweder ganz, oder sind nur sehr unvollständig entwickelt. Jüngere Crater und später näher zu beschreibende Rillen haben das Wallgebirge oft so verwüstet, dass es nur bei gewisser Beleuchtung als ein zusammenhängendes Ganze erscheint. Die von dem Ringgebirge umschlossene Fläche ist wenig oder gar nicht vertieft, z. Th. beulenförmig aufgetrieben, hell oder dunkel, mitunter auch bunt gezeichnet;[80] besetzt mit sehr schwachen Hügeln, kleinen Cratern und durchfurcht von Rillen. Beispiele: Plato, ganz kreisförmig, inwendig sehr gleichmässig tiefgrau und höchst eben.

Digitized by Google

Man erkennt in der innern Fläche 5 bis 7 sehr feine Hügel oder Crater, was nicht genau zu entscheiden ist. Das helle Wallgebirg zerfällt in einzelne, immer aber noch zusammenhängende Massen von sehr-ungleicher Höhe, die östlich und westlich 1400^t nirgends übersteigt. Ptolemäus, über 20 Meilen im Durchmesser, mit einem sehr zerklüfteten Walle umgeben, der vielfach vom Kreise bedeutend abweicht. Die Höhen differiren zwischen 2000 und 600 Toisen. Im Westen liegt eine Masse, die gemeinschaftlich den breiten Wall des Ptolemäus und des Albategnius bildet, über beide Flächen fast 2400 Toisen erhaben. Im Nordwesten tritt ein mächtiger Berg wie ein Cap gegen die Ebene vor, dessen Höhe bei sehr niedrigem Sonnenstande zu 1780^t gefunden wird; später ergiebt sich die Höhe nur 1300^t, und hieraus so wie aus der stumpfen Gestalt des Schattens sieht man, dass der Gipfel flach abgerundet sein müsse.[81] Im Nordosten erhebt sich das Wallgebirge zu 1500 und 1600 Toisen. In der Ebene sieht man keinen Centralberg, dagegen aber sehr viele kleine Crater, deren grösster im NW. in jeder Beleuchtung leicht zu erkennen ist. Sein Wall erhebt sich bis zu 210 Toisen über die Ebene. In dieser fand ich in einer nur flüchtigen Beobachtung an dem 14füssigen Refractor der Berliner Sternwarte mit 250maliger Vergrösserung wenigstens 46 kleine Crater, von denen etwa 12 am östlichen Rande, hart am innern Fusse des Walles, wie eine Perlenschnur aneinander gereiht sind.[82] Eine ähnliche aber weit leichter erkennbare Reihung von 6 kleinen Cratern liegt nordwestlich ausserhalb am Ptolemäus. Der Sonnenaufgang über dieser merkwürdigen Wallebene gewährte einen herrlichen Anblick. Bei 1 und 2^0 Höhe der Sonne erscheint sie durchweg rauh und uneben; erst bei 3 und 4^0 Höhe glaubt man sie spiegelglatt zu sehen, und später noch treten die kleinen Crater deutlich hervor. Die den Ptolemäus südlich begränzende 18 Meilen breite Wallebene Alphonsus hat schon einen ganz andern Charakter; sie ist mehr kreisförmig, der Wall mehr geschlossen, gipfelreich, und inwendig mit sehr unvollkommenen Terrassen umlagert. Mitten in der Fläche erhebt sich der 700^t hohe Centralberg, im Zusammenhange mit langen niedrigen Hügelzügen, die theilweis rillenartige Thäler bilden. Eine

Digitized by Google

vollkommene sehr merkwürdige Rille liegt im westlichen Theile der Ebene.[83] Alle diese Phänomene wiederholen sich vollständiger und schärfer ausgeprägt in dem schönen Ringgebirge Arzachel, südlich vom Alphonsus, das schon zu den grossen und tiefen regelmässigen Cratern gezählt werden muss. — Andere wirkliche Wallebenen auf dem Monde sind z. B. Grimaldi, Riccioli, Schicard u. s. w.

3. Uebergangsformen: ein gewagter Ausdruck, der zwar an manchen Beispielen zu rechtfertigen ist, an anderen aber nicht. Bezeichne ich eine muthmaasslich nicht vertiefte, unregelmässig kreisförmige Wallebene, wie Ptolemäus und Schicard, als eine normale, so sehe ich die Uebergangsform (ohne jedoch auf diese Unterscheidung besondern Werth legen zu wollen), in jenen meist colossalen Gebilden, deren innere Flächen bedeutend eingesenkt sind, hierdurch sich der Craterform zuneigen, und wegen der grossen Unregelmässigkeiten und Zerstörungen ihres Bergkranzes noch sehr den Wallebenen verwandt sind. Als solche Uebergangsformen (um mich auf sichere Beispiele zu beschränken), nenne ich Clavius und Maurolycus. Clavius hat über 30 Meilen im Durchmesser, ist mit einem enormen, mehrere Meilen breiten, stellenweis terrassirten, sehr hohen Walle umgeben, und so stark vertieft, dass, während ein südwestlicher Wallgipfel gegen 2700^t höher als die Tiefe liegt, eben derselbe sich nur 750^t über die westliche Abdachung des Walles, und nur gegen 950^t über das den Clavius westlich begränzende Hügelland erhebt. Sehr viele mittelgrosse und kleine Crater (wenigstens 90) haben die Ebene sowohl als auch den Gebirgswall durchbrochen und theilweis zertrümmert.[84] Der ganze Westwall, der nur 10° wegen der unregelmässigen Terrassen geneigt ist, ragt in der Höhe des Montblancgipfels über die innern Flächen auf. Nimmt man etwa die grosse Landschaft Bailly aus, so darf man Clavius für das gewaltigste Ringgebirge des Mondes halten. Maurolycus ist kaum halb so gross, im Ganzen zwar kreisförmig, aber der Wall, stellenweis zerstört durch eingreifende grosse Crater, ringsum 1900 bis 2200^t über der Tiefe aufgethürmt; südwestlich tritt der Wall vor in einer ganz stumpfen Höhe von wenigstens 2800^t, die nach aussen westlich nur unbedeutend abfällt.[85] In der Tiefe steht ein etwa 520^t hoher Central-

Digitized by Google

berg, und in der ganzen Länge des äussern Westwalles bemerkt man ein rillenähnliches Thal, welches sich wahrscheinlich noch in den Barocius hineinzieht. Das benachbarte grosse Ringgebirg Stöffler, und den mächtigen, den Fabricius und Metius umschliessenden Wallkranz, den Mädler ohne Benennung gelassen hat, endlich den Longomontanus kann man mit zu dieser Classe rechnen. Zeigten diese Gebirge Merkmale, welche ihre, so zu sagen selenognostische Stellung leichter andeuteten, so giebt es andere, bei denen dies nicht der Fall ist; sie bilden eine eigene Classe, in denen die Eigenschaften der Wallebenen, der eben gedachten Uebergangsformen, und der grossen Terrassencrater vertreten sind. Ich nenne: Archimedes, kreisförmig, terrassirt, wenig oder gar nicht vertieft, inwendig wenig hell und ganz glatt; Capuanus, Pitatus, Fracastorius, alle drei gross, unvollständig geschlossen, ohne deutliche Terrassen, erscheinen sie als dunkle Buchten der Mare und zwar so, als wenn nur an einem Theile des Umfangs der Widerstand der Marefläche den Durchbruch gestattet hätte. Ihre Fläche ist dunkel und nicht vertieft; das Wallgebirge sehr zerklüftet und von höchst ungleicher Erhebung. Gassendus, 12 Meilen gross, kreisförmig, theilweis terrassirt, mit Centralbergen, Hügeln und zahlreichen Rillen in der innern Fläche versehen, welche nicht nur nicht vertieft ist, sondern wahrscheinlich höher als das Mare liegt.[86] — Ferner der schon erwähnte Alphonsus, vielleicht Albategnius, Posidonius u. m. a.

4. Grosse Crater mit vollständigen und mehrfachen Terrassen und Centralgebirgen. — Die meisten dieser Formen rechnet Mädler zu den Wallebenen; die Merkmale, die ich anzeigen werde, haben mich veranlasst, von der ehemaligen Benennung abzuweichen. Diese Merkmale sind: Höchst bedeutende Vertiefung, grosse Annäherung zur Kreisform; meist mauerartiger Wall, der aussen wenig und oft mit sehr unregelmässigen, inwendig mit doppelten bis fünffachen Terrassen sich zu einer in nicht wenigen Fällen geböschten Tiefe herabsenkt. In der Mitte des Beckens erhebt sich fast immer das einfache oder häufiger das mehrgipfelige Centralgebirge. Es ist eine besondere Eigenschaft dieser oft 12—13 Meilen breiten und 2500 Toisen relativ vertieften Crater, dass sie nur

Digitized by Google

wenig durch kleine spätere Crater gelitten haben. Sie sind es ferner, die sich durch grosse Helligkeit des obern Saumes, durch Strahlensysteme (welche später zu beschreiben) und durch radienartig auslaufende Hügelketten auszeichnen. Alle diese Eigenschaften sind an folgenden Beispielen deutlich nachzuweisen:

a) grosse Crater von 9—12 Meilen Durchmesser, mit vielfachen Terrassen und Centralbergen, mit sehr geringen Störungen durch spätere kleine Crater und mit grossen Lichtradiationen: Tycho, Copernicus, Olbers, Anaxagoras; bei Letzterem ist sowohl das Terrassensystem als das Centralgebirg weniger entwickelt.

b) Aehnliche Formen ohne Lichtstrahlen: Moretus, Werner, Geminus, Bulliald, Eudoxus.

c) Aehnliche Formen mit radialem Hügelsystem: Aristillus, Autolycus, Aristoteles, Langrenus, Theophilus.

Ein Ringgebirge, wie Copernicus, vereinigt alle Merkmale dieser Classe; sorgfältige Studien, bloss an diesem unvergleichlich schönen und grossartigen Gebilde, wiegen die an hundert andern Cratern völlig auf. Es sendet seine breiten Lichtstreifen durch die grauen Ebenen und ebenso meilenweit nach aussen Hügelreihen von mittlerer Helligkeit, welche schmale Thäler oft von paralleler Richtung einschliessen. Diese beginnen erst in einiger Entfernung von der äussern Abdachung des Walles, der, wenig erhaben, selbst nach aussen concentrische Terrassen und Hügel in sehr grosser Anzahl aufweist. Der höchste namentlich im Osten stückweis geschlängelte Wall ist glänzend und steil, liegt fast 2000 t über der Tiefe, und senkt sich mit Neigungen oben von 50° bis 60°, nach unten dagegen mit Neigungen von 10° bis 2° zur Tiefe herab. Jene Neigung von 50° und in einigen Punkten 60° ist nur dem höchsten Kamm stellenweis und einigen Terrassenwänden eigen; der hohe, aus dem westlichen Grat aufsteigende Pic liegt mit seinem Gipfel über 2100 t höher als der Fuss der vielen kleinen, noch nicht 400 t hohen Centralberge;[87] er steigt über der obern westlichen Terrasse noch 1080 t auf, deren gewölbter Rücken 937 t höher als ihr Fuss sich erhebt. Die wahrscheinlich concave Tiefe trägt viele Centralberge und Hügel. Unter diesen Erhebungen ist

Digitized by Google

eine besonders auffällige und hohe centrale Gruppirung nicht vorhanden. Der östliche Centralberg hat 370^{t}, der westliche 303^{t} Höhe. Ein Crater findet sich in ihrer Umgebung nicht; überhaupt fehlt dem gesammten Ringgebirge der spätere Durchbruch eines bestimmt ausgeprägten Craters. Die äussere Höhe des Westwalles zu bestimmen, ist bis jetzt Niemandem gelungen. Für den Ostwall, der nicht 2000^{t} Höhe über der Tiefe erreicht, finde ich aus 3, des ganz unebenen und geneigten Bodens wegen schlecht harmonirenden Messungen 670^{t} nach aussen. Die äussere Nordostterrasse hat 470^{t} Höhe. Liegt Copernicus der Lichtgränze auf 5° bis 10° nahe, so erkennt man deutlich aus der Wirkung der stärkeren und schwächeren Beleuchtung nicht nur (was ohnehin bekannt ist) die Erhebung des Hauptwalles, sondern das langsame Aufsteigen eines gegen 4 Meilen breiten Landstriches zum Walle, eine allgemeine Erhebung des gegen 22 Meilen von Westen nach Osten breiten Terrains, aus welchem das Ringgebirge aufgebrochen ist. — Dem Copernicus höchst ähnlich ist Langrenus, aber seiner westlichen Lage wegen für eine genaue Untersuchung viel weniger geeignet. An seinem S.O.-Walle sind Höhendifferenzen gegen die Tiefe von 2400^{t} nachzuweisen, und 2 grosse Centralberge haben vielleicht mehr als 900^{t} Höhe. Es giebt am innern obern Westwalle Stellen, die 50° und mehr geneigt sein mögen. Tycho, der ganz im hellen Gebirgslande der südlichen Hemisphäre liegt, hat einen ganz geschlossenen, nach innen wohl 2500^{t} (westlich) hohen Wall, und einen Centralberg von wenigstens 950^{t} Höhe. Theophilus, westlich und östlich gegen 2200^{t} mit dem Walle über die Tiefe emporragend, zeigt im Ringgebirge wie in den breiten Terrassen schon Durchbrüche kleiner Crater, ein vielgipfliges mehr als 1000^{t} hohes Centralgebirge, und viele dieses berührende Hügel, welche mit den östlichen Terrassen in Verbindung stehen. Die äussere Wallhöhe überschreitet nicht 500^{t}.[88]

5. Mittelgrosse, regelmässige Crater. Sie zeigen viele Eigenschaften mit der vorigen Classe gemeinsam; ihr mittlerer Durchmesser kann zu 5 bis 8 Meilen angenommen werden. Die Abweichungen von der Kreisgestalt sind unerheblich; ihnen fehlen weder Terrassen noch Centralberge. Die Tiefe ist wahrscheinlich

Digitized by Google

in den meisten Fällen concav geformt. Alle sind durch ansehnliche Helligkeit ausgezeichnet, wie Aristarch, Kepler und Dionysius, an welchen ausserdem das Strahlensystem mehr oder weniger stark entwickelt ist. Indessen beschränken sich die Terrassen meistens auf eine, höchstens zwei concentrische Stufen, und das Centralgebirge steigt oft nur in einem einzigen Gipfel auf.

Als solche Crater sind zu nennen: Menelaus, Manilius, Kant, Reinhold, Landsberg, Timocharis, Lambert, Pytheas und viele Andere. Geringer an Grösse und z. Th. mit äusserst schwachen Centralhöhen versehen sind: Bessel, Picard und Theophilus *A*, welchem Letztern, im nördlichsten Theile des Mare Nectaris liegenden ich den Namen des berühmten, um die Kenntniss der Mondoberfläche hochverdienten Dorpater Astronomen, Mädler, beizulegen beabsichtige. Unter diesen Cratern, welche sich durch Tiefe, Zusammenhang und Schroffheit des Walles auszeichnen, und die in sehr vielen Fällen verhältnissmässig neuern Ursprunges sind, zeigen sich in seltenen Fällen merkwürdige Erscheinungen. In mächtigen Fernröhren sieht man nämlich bei einigen, dass die Tiefe einen zweiten Crater enthält, der mit seinem Walle nicht nur den innern Fuss des Hauptwalles unmittelbar berührt, sondern ihm auch an Höhe gleich kommt. Es umschliesst der grössere Crater einen völlig ähnlichen, nur etwas kleineren. Mädler sah zuerst etwas Aehnliches in dem Crater Vitello, doch ist hier der den Centralberg umgebende Wall schwach und niedrig, selbst niedriger als der Centralberg, und ausserdem von dem Hauptwalle noch weit entfernt. Die vorhin erwähnte merkwürdige Configuration fand ich im Jahre 1853 am Berliner Refractor an 2 kleinen Cratern, von denen der eine den Wall des Hesiod zerstört hat, der andere aber westlich von Ramsden in der Ebene liegt.[89] An dem Erstern kann der Doppelcrater unter den günstigsten Umständen auch an einem 5füssigen Refractor mit 200- bis 300maliger Vergrösserung gesehen werden. — Bei den mittelgrossen Cratern gehören 30° bis 40° nach innen geneigte Wände nicht zu den Seltenheiten.

6. Kleine Crater. Ihre Zahl ist unbestimmbar gross, und die diesseitige Hemisphäre des Mondes zeigt deren wahrscheinlich 50000 zum wenigsten.[90] Ihre Kleinheit lässt nicht zu, ihren Bau näher zu be-

Digitized by Google

trachten, oder ihre Tiefe zu bestimmen. Sie kommen ohne Ausnahme in allen Gegenden vor; sie haben überall, was die alten Katastrophen unzerstört liessen, durchbrochen. Sie liegen in den Ebenen oft nahe bei einander, und dazu in langen Linien, wie auf einer Spalte aufgebrochen; so zwischen Eratosthenes und Copernicus, wo unter den etwa 300 dort sichtbaren Cratern viele sich mit ihren Wällen berühren, und oft derart ineinander gleichsam übergeflossen sind, dass sie rillenähnliche Thalschluchten bilden. Ihre äussere Höhe ist sehr unbedeutend, etwa zwischen 20 und 90 Toisen.[91] Diese kleinen Crater liegen mitunter auf dem höchsten Kamme grosser Ringgebirge, aber sehr selten auf dem Gipfel hoher Berge, und einen bis zwei Fälle ausgenommen, sind Craterberge, wie unser Aetna oder Cotopaxi, auf dem Monde durchaus nicht nachzuweisen.[92]

Ob diese kleinsten Crater, die Nachwirkungen von einst grössern Kräften, noch heutzutage entstehen, lässt sich nicht befriedigend nachweisen. Keine einzige Mondgegend ist selbst nur mit einem 5füssigen Refractor hinlänglich untersucht; und wie schwierig überhaupt das Erkennen vieler der kleinsten Crater sei, ist dem geübten Beobachter bekannt genug. Wer alle bei der Beobachtung in Betracht kommenden Umstände gehörig zu würdigen weiss, wer den vollständigen Ueberblick über die Arbeiten von Schröter, Lohrmann und Mädler besitzt, und selbst viele Jahre lang den Mond zum Gegenstande sehr specieller Untersuchungen gemacht hat, muss zugeben, dass sich vielleicht nicht ein einziger Fall aufführen lasse, der von einer neuern Entstehung sichere Kunde giebt.[93] Unwahrscheinlich ist es durchaus nicht, dass mitunter noch ein kleiner Crater hervorbricht; anzunehmen, dass auf dem Monde die Natur vollständig zur Ruhe gekommen sei, ist ganz grundlos, und um so mehr, da wir eine strenge Stabilität der Minima der Sichtbarkeit nicht beweisen können. Unsere Aufgabe muss es sein, nachdem durch Lohrmann und Mädler zwei vortreffliche Generalcharten geliefert sind, einzelne und wenig ausgedehnte, durch Libration nicht merklich afficirte Gegenden viele Jahre lang unter allen Verhältnissen, mit den mächtigsten Fernröhren, und was so sehr wünschenswerth ist, unter einem günstigern Himmel zu beobachten, zu vermessen und das Gesehene nach grossem Maass-

stabe in Specialcharten niederzulegen. Die Zukunft wird dann entscheiden, ob und welche Veränderungen eingetreten sind. Aber nur nach Veränderungen zu sehen, ehe eine genügende topographische sehr ins Detail gehende Grundlage vorhanden ist, kann gegenwärtig nur von denjenigen unternommen werden, die wegen mangelnder Einsicht in alle zu erwägenden Umstände dem Gegenstande wenig gewachsen sind.

7. Rillen. Bezeichnet man diese wunderbaren Formen als lange und schmale Furchen, als grabenartige weit sich erstreckende Vertiefungen, oder als Risse im Boden, etwa entstanden durch Erkaltung einer temporär stark erhitzten Oberfläche, so könnte es befremden, diese Gebilde den Cratern anzureihen. Allein, die Uebergänge sind es auch hier, welche uns andeuten, wie die Rillen aufzufassen sind. Mädler hat zuerst ein grosses Licht über diesen Gegenstand verbreitet.[94] Er wies nach, dass einzelne Rillen nicht nur die Wälle mancher kleinen Crater durchbrochen, und mit oder ohne eigene Ränder hindurchziehen, sondern dass eine Rille auch als das Resultat vieler nebeneinanderliegender Crater erscheint, deren Wälle in einer und derselben Richtung durchbrochen sind, so dass sich eine lange, von zahlreichen halbkreisförmigen Craterwänden beiderseitig begränzte Furche dem Auge darstellt. — Man darf wohl die Ansicht hegen, „die Rillen seien das Resultat derselben Kräfte, welche die Crater geschaffen haben“. Dass einzelne Rillen das genannte Phänomen nicht zeigen, dass sie nur als sehr schmale, wenig gekrümmte Spalten erscheinen, ist im Grunde kein strenger Gegenbeweis, da es für manche Fälle denkbar ist, dass die erumpirende Kraft in vielen Punkten dicht nebeneinander so schleunig wirkte, dass keine Zeit für eine reguläre Craterbildung übrig blieb. Aber daneben mögen wirklich reine Spalten vorkommen, oder Einstürzungen einer aufgetriebenen Bergader; alle diese Vermuthungen lassen sich durch Beispiele mehr oder weniger bekräftigen. So viel scheint fest zu stehen, dass nach der Art des Auftretens der Rillen namentlich im Gebirge, wie sie ohne Rücksicht auf das Niveau ihren geraden Weg fortsetzen, durch Crater hindurchziehen, und vielleicht in einzelnen Fällen ganze Berge spalten, sie als die jüngsten Formbildungen auf dem Monde zu be-

Digitized by Google

trachten seien, die wahrscheinlich noch nicht zum Abschlusse gekommen sind. Rechnet man, nach dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntniss, gewisse mehr oder weniger zweifelhafte Formen mit unter die Rillen, so sind die Entdeckungen derselben folgendermaassen vertheilt; es sind nach und nach aufgefunden:

5	Rillen	von	Schröter	seit 1788 [95]
95	„	„	Lohrmann	seit 1820 [96]
44	„	„	Mädler	seit 1830
3	„	„	Gruithuisen	seit 1822
5	„	„	Kinau	seit 1849 [97]
97	„	„	Schmidt	seit 1842.

Der grösste Theil der von Lohrmann zuerst gesehenen Rillen wurde indessen von Mädler selbstständig entdeckt, wie ich erst nach der Einsicht der noch unedirten Charten Lohrmanns erkannt habe. Zur Zeit der Mädler'schen Beobachtungen waren erst vier Blätter des Dresdener Selenographen veröffentlicht worden. Die 97 von mir aufgefundenen und gezeichneten Rillen blieben den frühern Beobachtern unbekannt. Indessen sind diese Zahlen nicht in aller Strenge zu nehmen; manche Formen sind so zweifelhaft, dass die Entscheidung erst durch grössere Instrumente ermöglicht werden kann. Jedenfalls ist aber gewiss, dass die grössern Fernröhre wenigstens 200 Rillen auf dem Monde zeigen. Um die schwächsten Rillen zu sehen, bedarf es mächtiger Vergrösserungen, einer völlig stillen Luft, und was viel wichtiger ist, eines Jahre lang mit den Beobachtungen des Mondes durchaus vertrauten Auges. — Manche der mir bekannten Rillen sind nur einmal gesehen worden.

Von den Gegenden, wo die Rillen zahlreich sind, nenne ich folgende, und ausserdem noch einige besonders merkwürdige:

1. Das Mare Vaporum und Mare Tranquillitatis, wo sich, einiges Bergland mit inbegriffen, die Rillen, welche schon westlich vom Sabine im Mare Tranquillitatis beginnen, durch die grossen merkwürdigen, schon von Schröter verzeichneten Rillen des Ariadaeus und Higinus bis zum Triesnecker und den nördlichen Gegenden am Ptolemäus erstrecken, ohne überall erweislich zusammenzuhängen.[98]

Digitized by Google

2. Das Gebiet Arzachel und Alphonsus, wo sie z. Th. innerhalb dieser grossen Ringgebirge in scharf gezeichneten aber schwer erkennbaren Gestalten auftreten. Hier sieht man sie auch übergehen in Längsthäler. Im Innern der Wallebenen findet man die Rillen ferner: im Vendelin, Petavius, Posidonius, Grimaldi, Pitatus und namentlich Gassendi, in dessen Fläche allein Mädler 14 Rillen entdeckte, von denen 7 schon an 5füssigen Refractoren gesehen werden können. Wahrscheinlich sind ihrer im Ganzen daselbst 18.[99]
3. Vielleicht das merkwürdigste aller Rillensysteme liegt in der grauen Ebene, welche den Crater Ramsden umgiebt; es steht in Verbindung mit dem Hainzel durch zweifelhafte Formen, und wahrscheinlich mit der langen, durch das Mare Nubium zum Pitatus hinziehenden Rille; vielleicht auch mit dem deutlichen Spaltensystem des Hippalus. Ramsden ist das Centrum von 4 Hauptfurchen, denen 7 andere mehrfach gekrümmte Spalten sich anschliessen. Ich sah sie zuerst im Jahre 1849 zu Bonn.
4. Uebergänge zwischen Crater und Rille finden sich zwischen Eratosthenes und Copernicus, bei Piccolomini, vielleicht im Ptolemäus, und z. Th. in der grossen Higinus-Rille.
5. Sehr gekrümmte, schwer sichtbare Rillen und seither unbekannte, liegen am Fusse der Apenninen bei Hadley.[100]
6. Das Rillensystem um Mersenius, wo verschiedene höchst merkwürdige und leicht erkennbare Rillen allen frühern Beobachtern unbekannt geblieben sind. Hier befolgen parallele Rillen gerade Richtungen, setzen an den Wällen grosser Crater aus, ohne durchzubrechen, indem sie (und dies ist geheimnissvoll durch eine graue bandartige Schattirung angedeutet) das Gebirge nur angegriffen, oder (in Betreff der Fähigkeit, Licht zu reflectiren) modificirt haben. Deutlich durchfurchen sie in derselben Richtung den ganzen Boden des Craters, und in einem Falle wird solche Rille rechtwinklig von einer andern geschnitten.
7. Zahlreiche Rillen bei Grimaldi, Lohrmann und Hevel.
8. Das grosse, 60 Meilen lange Rillensystem Sirsalis.

Digitized by Google

9. Die gekrümmte Rille bei Aristarch.
10. Rillen südlich vom Newton und Casatus.[101]

Hier sind nur einige der hauptsächlichsten Localitäten namhaft gemacht worden. — Man wird sich dereinst wahrscheinlich überzeugen, dass die Rillen nirgends auf dem Monde fehlen, und vielleicht verfliessen nicht viele Jahre, dass urtheilsfähige Beobachter darüber entscheiden werden, ob Rillen jetzt noch entstehen oder nicht. Vieles lässt sich erklären durch Veränderlichkeit der Beleuchtung, der Libration, und durch manche Umstände, welche eine Beobachtung afficiren; aber nicht Alles. Um sich die Dimensionen der Rillen vorzustellen, wird noch bemerkt, dass sie bei 4—20 Meilen Länge, 300 bis 2000 Toisen breit sind, und 50 bis 200 Toisen Tiefe haben.[102] Anfang und Ende sind meist durch Nichts besonders bezeichnet, mitunter wohl durch einen Crater; auch die Breite ist wenig veränderlich, die Neigung der innern Wände nicht sehr steil, und der beiderseitige Rand selten durch einen erhöhten erkennbaren Wall ausgezeichnet.

Man wird nach dem Gesagten nicht geneigt sein, die Rillen als selenitische Bauwerke zu betrachten. Thut man dies, so setzt man stillschweigend Zwecke voraus, deren Ausführung bei Bauten auf der Erde wohlbegründet ist; wir unterlegen diese Zwecke Geschöpfen, von deren Eigenschaften und Bedürfnissen wir nicht nur nichts wissen, sondern deren Existenz uns zudem völlig unbekannt ist. Nach unsern Begriffen von dem Zwecke und der Nützlichkeit irdischer, von Menschen errichteter Werke müssten wir manche Rillenanlage, so fern sie für ein Bauwerk gehalten würde, als sehr thöricht erachten.

XIX. Massen- und Kettengebirge.

Das Vorherrschen der Ringgebirge auf dem Monde ist so bedeutend, dass die Landstriche, in denen sie (ausser in den Ebenen) seltener erscheinen, und wo sehr zahlreich bedeutende Bergmassen ohne besondere Ordnung aufgethürmt sind, nur in wenigen Fällen grössere Räume umfassen. Gebirge von der Zusammensetzung,

Digitized by Google

wie unsere Cordilleren, Alpen und der Himálaya, sind auf dem Monde nicht vorhanden; die Aehnlichkeiten sind nicht erheblich, wenn man Rücksicht nimmt auf die Gruppirung im Ganzen, auf vorwiegende Richtungen, und auf die Situation der höchsten Gipfel. Die südamerikanische Cordillere bildet eine doppelte und mehrfache Kette, die ungleich nach beiden Seiten abfällt, die zwischen sich ebene Thäler von sehr grosser Meereshöhe und bedeutender Ausdehnung enthält, und theils auf ihrem Rücken, theils seitwärts gestellt, einzelne bis über 3000 Toisen hohe Gipfel trägt. In den Alpen erkennt man einzelne Centralmassen, von denen mehrfache durch Gletscher getrennte Bergrücken auslaufen, und im Himálaya, beginnend bei den über 4000 Toisen hohen Schneebergen, unterscheidet man, gegen Süden herabsteigend, bestimmte Regionen in Rücksicht auf Höhe und geognostische Beschaffenheit, ehe man am Saume der indischen Ebene die Distrikte der Sandsteine und das Sumpfland (Taraï) erreicht.

Der Charakter eines irdischen Gebirges kann in sehr verschiedenen Rücksichten aufgefasst werden. Man hat zu untersuchen: das Verhältniss der mittlern Kammhöhe zur Gipfelhöhe, die mittlere Richtung des Hauptgrates, das Fallen und Streichen der Schichten, insofern das Gebirge kein ausschliesslich plutonisches ist; man bestimmt die rein mineralogischen Verhältnisse, indem man festsetzt, dass z. B. die Schneegipfel der Cordilleren aus Trachyten und Andesiten,[103] die Alpengipfel aus Gneiss und Kalk u. s. w. bestehen.[104] Man trennt die mehr oder weniger zufällige Gruppirung und Reihenstellung eines Gebirges von den Merkmalen an den Felsarten selbst, welche auf sehr verschiedene Epochen der Entstehung oder der Umwandlung hindeuten. Alle diese Unterscheidungen haben wir bei den Massengebirgen des Mondes nicht zu machen; uns bleibt allein übrig, die äussere Form, die auf der Mondoberfläche erkennbare Erstreckung und Richtung einzelner Gebirgsglieder und die Höhenverhältnisse zu betrachten.

Das Apenninen-Gebirge des Mondes deckt einen Raum von etwa 3800 Quadratmeilen.[105] Es zieht von dem grossen Crater Eratosthenes in nordwestlicher Richtung am Rande des Mare Imbrium hin, um sich mit den Gränzgebirgen der Südostecke des Mare

Serenitatis zu vereinigen; durch zahllose Glieder verzweigt es sich südlich in die Ebene des Mare Vaporum. Im Allgemeinen lässt sich nicht verkennnen, dass in der ganzen Gebirgsmasse eine übereinstimmende, ungefähr von S.W.—N.O. gehende Richtung vieler Rücken stattfinde.[106] Vom Mare Vaporum an steigt das Gebirge ganz allmälich an, und endet in dem glänzenden z. Th. sehr steilen Walle am Mare Imbrium, woselbst sich muthmaasslich die höchsten Gipfel erheben. Ihre Höhen über dem Mare Imbrium sind häufig grösser als 2000 t. Der lange Rücken Huygens erhebt sich 2800 t über die Ebene östlich, aber nur 850 t über das Apenninen-Hochland im Westen; Bradley 2100 t über das Mare, 1730 t über das westlich benachbarte Gebirge. Aber selbst der Nordrand des Apennin ist nicht zusammenhängend; getrennt durch häufige Thalschluchten, zerfällt auch er in einzelne Massen von bedeutender Ausdehnung, und es ist für jetzt nicht möglich, Zahlen anzugeben, welche das Verhältniss der mittlern Kammhöhe zur Gipfelhöhe mit Sicherheit ausdrücken, und die ohnehin nur für den nördlichen Absturz gültig sein würden. Dieser Abhang ist nun gegen Norden umlagert von niedrigem Hügellande, welches mitunter sich stufenförmig am Fusse der Hauptwand hinaufzieht, ähnlich mächtigen Trümmerhalden, die bei dem Emporsteigen der Masse zurückfielen und in ihrer Lage am Fusse verharrten. So viel auch Thäler und kurze oft gekrümmte Thalschluchten gesehen werden, nirgend erblicken wir die für die Gebirge der Erde so charakteristischen Längsthäler, die gegenwärtig den Lauf der Ströme bedingend, entweder gleichzeitig mit der Entstehung des Gebirges sich bildeten, oder im Laufe der Zeiten erst durch die Gewässer so tief und steil eingeschnitten wurden. In dem Apennin des Mondes ist zwar ein höchster Rand im Norden vorhanden, allein mit der scharfen Auskeilung des obern Grates in einer bestimmten, zu beiden Seiten dachartig abfallenden Mauer tritt er nirgends auf. Er trägt zwar die höchsten Gipfel, aber diese bilden mit ihren gewaltigen Fussgestellen Massen für sich, wie ähnliche in der Eigenthümlichkeit ihres Zusammenhanges und ihrer localen Trennung, auf der Erde schwerlich gefunden werden. Ganz ähnlich ist es mit den Alpen auf dem Monde;[107] sie steigen allmälich von Westen her

Digitized by Google

gegen den schroffen Abhang am Mare Imbrium auf, und nimmt man eine sehr eigenthümliche Querkluft, eine geradlinigte Rille von ungeheuern Dimensionen aus, so kann man überhaupt gar kein langes Thal, sondern nur die regellose Gruppirung grosser und kleiner Bergmassen nachweisen. Die mittlere Gipfelhöhe des Ostrandes der Alpen kann man zu 1400 t annehmen; aber von einer 300—400 t hohen mittlern Kammhöhe kann nur insofern die Rede sein, als man dabei die sattelförmige Vertiefung zwischen je 2 Bergen betrachtet, denn ein allgemeiner mittlerer Kamm ist hier ebensowenig als im Apennin, und noch viel weniger in dem benachbarten Caucasus, östlich am Mare Serenitatis vorhanden.[108] Selbst in diesen grossen Massengebirgen sehen wir also nur zahlreiche dicht nebeneinanderliegende isolirte Massen; es fehlt jede continuirliche Längenthalentwicklung, und die Unterscheidung zwischen der mittlern Erhebung des Gebirgs und der culminirenden Gipfel hat nur einen bestimmten Sinn, wenn man sie eben nur auf jede einzelne Gruppe beschränkt. In diesem Sinne kann man (nach sehr beiläufigen Schätzungen, weil Messungen fehlen) das Verhältniss der Kämme zur Gipfelhöhe annehmen:

im Nordrande des Apennin . . .	=	1 : 1,5 bis 2
im Ostrande der Alpen	=	1 : 2 bis 3
im Ostrande des nördl. Caucasus	=	1 : 2 bis 3.[109]

In unsern irdischen Hauptgebirgen ist im Grossen und Ganzen betrachtet, das Vorkommen der höchsten Gipfel auf gewisse Regionen beschränkt, wenn man isolirte Vulkane, wie z. B. den Aetna ausnimmt; sie erheben sich entweder aus dem höchsten Grate des Gebirgs, oder stehen dicht daneben auf Seitenästen, die unter rechten oder kleinern Winkeln vom Hauptgrate auslaufen. So liegen z. B. in der Cordillere von Quito im westlichen Hauptaste die Gipfel: Cotocachi, Pichincha (2490 t), Atacazo, Corazon (2470 t), Jlinissa (2727 t), Carguairazo (2450 t), Chimborazo (3350 t) und Andere; dagegen auf dem östlichen Hauptaste die Gipfel: Cayambe Urcu (3028 t), Guamani, Cotopaxi (2952 t), und Capac-Urcu (2730 t), während die Vulkane und sonstige hohe Berge, wie Imbaburu, Ilalo, Rumiñavi, Tunguragua,

Digitized by Google

Antisana und Sanguay entweder westlich oder östiich von einem Grate abstehen, oder sich auf Quergraten erheben, welche in der Richtung von Morgen zu Abend die östliche Kette der Cordilleren mit der westlichen verbinden. Betrachtet man blos den Theil des Himálaya, der nach der Charte von Hodgson [110] sich in seinem Kamme vom 78sten bis zum 94sten Grade östlicher Länge von Greenwich erstreckt, so sieht man, wie von dem westöstlich streichenden wohlzusammenhängenden Hauptzuge sich 7 markirte Seitenäste durchschnittlich unter rechten Winkeln abtrennen und gegen Süden verlaufen, wo sie endigen, ehe sie die Region des Bhaver oder des Saul-Waldes erreichen. Die mächtigen Schneeberge auf der ganzen Masse, als: Jamnoutri (4014 t), Nanda-Devi (4003 t), Davalagiri (4316 t), Gosaintham (3862 t), Kintschinjinga (4406 t), liegen aber keineswegs auf dem Hauptgrate, der nur die mehr östlichen Gipfel Chamalari (3742 t) und die Zwillinge (3378 t und 3358 t) trägt, sondern auf den genannten, südwärts sich herabsenkenden Querjochen.[111] Solche Verhältnisse giebt es auf dem Monde nicht; scheinbar liegen zwar die Hochgipfel des Apennin am Nordrande; aber die Höhen aller Uebrigen etwas südlicher kennen wir nicht; scheinbar ferner liegen alle grossen Hauptberge der Mond-Alpen nur im Ostrande, aber es ist nicht der Fall in der Wirklichkeit; eben so hohe und vielleicht höhere liegen ganz regellos zerstreut weiter im Westen. Wir würden vielleicht eine grosse Aehnlichkeit zwischen den Gebirgen des Mondes und der Erde finden, wenn die der Letztern nicht seit Jahrtausenden der steten Einwirkung der Luft und des Wassers ausgesetzt gewesen wären. Auf dem Monde sehen wir muthmaasslich noch die Urformen der Gebirge; auf der Erde nicht.

Ausser den drei Massengebirgen des Mondes, Apennin, Alpen, Caucasus, giebt es zwar noch Andere, allein ihre Lage gestattet keine genaue Beobachtung mehr. Wir nennen im Ganzen folgende, wenn auch weniger hohe Gebirge mitgerechnet werden, als zusammenhängende Erhebungen:

1. Apennin, als Südrand des Mare Imbrium, bis 2800 t hoch;
2. Caucasus, Ostrand des Mare Serenitatis, bis nahe 3000 t hoch;

Digitized by Google

3. Alpen, N.W.-Rand des Mare Imbrium mit Gipfeln bis 2000 t hoch;
4. Halbkreis des Sinus Iridum, bis 2300 t;
5. Carpathen, nördlich vom Copernicus, bis 1500 t;
6. Haemus, Südrand des Mare Serenitatis, bis 2000 t;
7. Taurus, Westrand des Mare Serenitatis, bis 1300 t;
8. Umwallung des Mare Crisium, bis 2400 t;
9. Pyrenäen, Westrand des Mare Nectaris, bis 1000 t;
10. Altaï, nordöstlich ausgehend vom Piccolomini, bis 2200 t;
11. Riphäen, im Mare Nubium, 600 t;
12. Hercynisches Gebirge, im Oceanus Procellarum, 900 t;
13. östliche Randgebirge: Cordilleren, Rook und D'Alembert, 1000 t — 3500 t;
14. südliche Randgebirge: Dörfel und Leibnitz, zwischen 2000 t und 4200 t.

XX. Isolirte Berge.

Ausser den schon erwähnten Centralbergen, welche im Grunde der Crater stehen, erheben sich an vielen Orten aus den Ebenen des Mondes einzelne meist helle Berge; seltener schon stehen sie in kleinen Gruppen beisammen. Weder ihre Höhe noch ihre Breite und Steilheit ist beträchtlich und unter den Bergen dieser Art ist wahrscheinlich keiner, der 1400 t Höhe über seiner Umgebung erreicht.

Im Mare Crisium ganz im Westen liegen viele kleine Hügel nahe beisammen, aber ganz getrennt, ohne sich gegenseitig mit dem Fusse zu berühren; einer von ihnen erreicht 900 t, während an der Ostseite der Fläche ein heller und breiter Berg sich 1100 t erhebt. Dem Mare Serenitatis, Tranquillitatis und Nectaris, ebenso dem Mare Foecunditatis fehlen die auffälligeren isolirten Berge dieser Art. Viel häufiger sind sie im Mare Imbrium, wo die glänzenden, aber noch nicht eine Meile breiten Berge: Pico, Pico *A*,

Pico ε, Pico *B* sich bis zu 1200 t, 1200 t, 1300 t und 1000 t Höhe erheben. Der Berg Lahire hat 900 t, sein westlicher Nachbar 590 t Höhe. Alle steigen ohne merkliche Verbindung mit andern Gegenständen sehr hell aus dem dunklen Grau der Ebenen empor. Nach dem Anblicke ihrer langen und spitzen Schatten schliesst man leicht irrig auf imposante Gestalten, aber eine Profilzeichnung, in der ich die Fussbreite von Pico und Pico *A* nur zu 11000 Toisen annahm, zeigte einen wenig markirten, resp. 3- und 2gipfligen Höhenzug, dessen Gestalt an keine der steilen Alpenhöhen, und auch nicht einmal an die 1200 Toisen hohe Pyramide des Niesen am Thunersee erinnert.[112]

XXI. Bergadern.

Obgleich in verschiedenen hellen Landschaften des Mondes schwache Hügelzüge gesehen werden, scheinen doch die eigentlichen sehr langen, niedrigen und meist gipfellosen Bergadern vorzugsweise den grauen Ebenen, den Maren, eigenthümlich zu sein. Ihre Zahl ist ausserordentlich gross, und mit Hülfe sehr mächtiger Fernröhre gelangt man zu der Ueberzeugung, dass sie nicht nur in keinem Mare fehlen, sondern dass sie, sehr kleine Räume ausgenommen, diese Flächen ganz erfüllen. Wenige sind direct messbar. Man erkennt bereits solche, die bei 10 t und 20 t Höhe sich durch eine Spur des Schattens verrathen; die Bergadern von 30 t bis 60 t Höhe sind unter sehr günstigen Umständen schon messbar, doch gelingt selbst die Messung der 100 t bis 200 t hohen Züge nur selten. Sehr oft sind sie stark gekrümmt, 10 bis 70 Meilen lang, sie verzweigen sich, endigen an Cratern, oder verlieren sich unmerklich in der Ebene; andere wieder erscheinen als Ausläufer, als schwache Faltungen am Rande von beulenförmigen 20 bis 100 Toisen hohen Auftreibungen des Bodens der grauen Ebenen, oder sie haben einen Crater als gemeinsames Centrum. Sie sind alle mit geringen Ausnahmen eben so dunkel oder wenig

Digitized by Google

heller als das Mare. In diesen Ebenen, die so häufig über grosse Räume hin eine grünliche Farbe haben, sind sie ohne merkliche Uebereinstimmung in vorherrschenden Richtungen vertheilt, sie sind eben so häufig im grauen als im grünlichen Lande. Mitunter ist die Höhe nur einseitig; man bemerkt nur einen lang sich erstreckenden stufenförmigen Absatz im Mare; als solcher ist die merkwürdig gerade und steile Wand östlich von Thebit im Mare Nubium zu betrachten.[113] Im Mare Humorum sieht man zwischen nahe parallelen Bergadern Längsthäler, die mit den Rillen viel Aehnlichkeit haben. Gelingt es, gewisse Bergadern in ihrer Entwicklung aus der Mondnacht genau zu beobachten, so bemerkt man das stückweise Hervortreten; man sieht, dass ihr Rücken nicht glatt, sondern mit vielen schwachen Erhebungen besetzt ist, die nur sehr wenige Toisen betragen können. Was sie sichtbar macht, ist weder ihre Höhe noch ihr etwaiger Schatten, sondern ihre horizontale Ausdehnung. Es ist unter Umständen sehr leicht, einen Gegenstand auf dem Monde zu sehen, der nur die halbe Höhe eines unserer grösseren Thürme hat, wenn seine Breite nur ansehnlich ist und wenigstens 200 Toisen beträgt. Mit gewöhnlichen Fernröhren von 5 Fuss Länge würden wir auf dem Monde einen Thurm von 7 bis 10 Toisen Dicke nicht mehr erkennen, auch nicht bei 100 Toisen Höhe, weil die Breite des Schattens nur unter Winkeln von resp. 0″,007 und 0″,010 gesehen würde.

Auf die grünliche Farbe in den Maren hat zuerst Mädler aufmerksam gemacht, und nach seinen sehr sorgfältigen Beobachtungen hat er die Gränzen der grünen und grauen Färbung näher bezeichnet.[114] Im Mare Serenitatis, wo das Grün am Besten gesehen werden kann, ist es durch einen mehrere Meilen breiten, gewöhnlich grauen Saum von dem das Mare ringsum begränzenden hellen Berglande ziemlich deutlich geschieden. In andern Ebenen bemerkt man weniger den grünen Anflug, sondern mehr ein bräunlichgrünes Colorit, und im Vollmonde, bei sehr guter Luft und starken Vergrösserungen, gewährt die Fläche des Mare Humorum zuweilen den Eindruck, als ob die kleinen hellen darin befindlichen Punkte (Crater und Berge) wie durch ein durchsichtiges braunes Glas, oder durch eine so gefärbte Hornplatte hervorschimmerten.

Digitized by Google

Ob die grüne Fläche stets dieselbe bleibe, ob sich Intensität und Gränze dieser Farbe mit dem Mondwechsel, oder während der Bedeckung durch den Erdschatten verändere, lässt sich noch nicht entscheiden. An gewissen Orten ist das Grau sehr dunkel, fast stahlbläulich, und man findet, wie schon erwähnt, graue Flecken in verschiedenen Ringgebirgen, und in einem kleinen hellen Crater nördlich vom Langrenus, in welchem sich ein dunkles, weder von Schröter und Lohrmann noch von Mädler gesehenes Dreieck befindet. Mit ihrer Basis haftet diese graue gut begränzte Fläche inwendig am Ostwalle des Craters, zieht sich durch die ansehnliche Tiefe hin, und steigt mit ihrer Spitze bis hoch am innern Westwalle empor. Man bemerkt sie sehr auffallend im Vollmonde, und sieht die westliche Spitze des Dreieckes selbst dann noch, wenn bei abnehmendem Monde die Cratertiefe schon mehr als $^3/_4$ mit Nachtschatten bedeckt ist.[115] Oft zeigen Mare, wie z. B. das Mare Nectaris, bunte Figuren von dunklerem Grau, während das Grau einiger Wallebenen und Crater, wie z. B. bei Schicard und Zuchius, in scharfen Umrissen verschiedenartige Figuren bildet. Wieder in andern Fällen sieht man wie um Tycho einen grauen Nimbus: dieser tritt im hellen und selbst im ganz dunklen Lande auf, wie z. B. am Zuchius und am Aristarch, denn die nächste Umgebung ist (abgesehen von der Wirkung des Contrastes) bei Aristarch dunkler als der Oceanus Procellarum.

Für Conjecturalastronomen, welche eine grosse Aehnlichkeit zwischen dem Monde und der Erde finden, muss, da sie ohnehin eine Mondatmosphäre nicht bezweifeln, die Existenz der grünen Farbe einiger Ebenen sehr willkommen sein; sie werden unmittelbar daraus den Schluss ziehen, dass die ehemals oceanischen Becken des Mondes jetzt ausgetrocknet, und mit einer reichen Vegetation bedeckt seien. Nach ihrer Schlussfolgerung muss der Mond eine Atmosphäre haben, weil die Erde eine hat, und da das Gewicht von gewissen Thatsachen selbst für ihre Auffassung einleuchtend genug ist, so entschliessen sie sich, die Mondatmosphäre so dünn als nur immer möglich anzunehmen, damit der Einwurf wegen der Strahlenbrechung wegfalle. Weil unsere Pflanzen grün sind, so müssen auch die Pflanzen auf dem Monde grün sein; das heisst bei ihnen,

Digitized by Google

analogische Schlussfolgerungen machen. Sie sind mitunter so sicher und genügsam in ihren Schlüssen, dass sie nicht einmal gewisse botanische Ausnahmen in ihre sogenannten Beweise aufnehmen, welche scheinbar ihre Theorien begünstigen; sie vergessen oder wissen nicht, dass auf der Erde nicht nur kryptogamische, sondern selbst phanerogamische Pflanzen auf dem Gipfel des Montblanc und auf den Höhen der Cordilleren und des Himálaya gefunden worden sind, welche bei einem, um $^1/_3$ und mehr verminderten Luftdrucke wohl gedeihen.

Man darf analogische Schlüsse nicht deshalb tadeln, weil sie der mathematischen Strenge und Beweiskraft ermangeln; aber sie sollen von dem sicher Ergründeten ausgehen, und sich unbedingt nur den Thatsachen anschliessen. Will man sich dabei nicht begnügen, so soll man wenigstens begreifen, dass es eine Gränze zwischen der ernsten wissenschaftlichen Forschung und der müssigen Speculation gebe, welche Letztere, die möglichst bequemsten Wege suchend und befreit von den Beschwerden selbstständiger Beobachtungen, die Auffassung mit Trugbildern erfüllt, und namentlich bei jugendlichen Gemüthern oft für das ganze Leben eine streng wissenschaftliche, und eben deshalb Erfolg verheissende Richtung verhindert oder unterdrückt.

XXII. Strahlensysteme.

Schon in einem gewöhnlichen Taschenfernrohre bemerkt man zur Zeit des vollen Lichtes helle gerade Lichtstreifen, welche von gewissen Punkten des Mondas aus sich radienartig nach allen Seiten verbreiten. Es sind Phänomene, welche zunächst nach den grauen Ebenen im Vollmonde am meisten ins Auge fallen, und wegen ihrer bedeutenden Verbreitung und merkwürdigen Eigenschaften eine besondere Beachtung verdienen. Lohrmann und namentlich Mädler haben zuerst diese Streifen genauer untersucht. Dieselben bedingen durchweg, sofern sie nicht ganz zufällig mit der Lage und Richtung eines Höhenzuges, oder einer Bergader zusammenfallen, nirgends

Digitized by Google

auf dem Monde eine Veränderung des Niveaus. Sie erscheinen im Gebirge, in den Cratertiefen und in den grauen Ebenen nur als Modificationen der Bodenfarbe; sie verschwinden in der Nähe der Lichtgränze, und an ihrem Orte wird keine Spur eines Schattens gesehen; folglich sind sie weder Erhöhungen noch Vertiefungen. Sie beginnen am äussern Walle grosser oder mittelgrosser Crater, und ziehen, ohne Rücksicht auf die grössten Niveauverschiedenheiten, in mehr oder weniger geraden Richtungen nach allen Seiten aus, wobei sie oft sich verzweigen und mitunter auch streckenweis aussetzen. Auch im hellsten Gebirgslande sind sie zu erkennen, und sie sind es, welche im Vollmonde durch ihre zahllosen Verzweigungen in der südlichen Hemisphäre die meisten grossen Craterformen unkenntlich machen. In den Maren sind sie des Contrastes wegen besser sichtbar.

Eine völlig befriedigende Erklärung haben wir davon nicht, aber Mädlers Ansicht wird immer eine besondere Beachtung verdienen. Nach ihm wirkten die gegen die Mondoberfläche von innen her dringenden Kräfte (Gase) nicht immer in senkrechter Richtung; sie strömten mehr unter der (erhärteten) Rinde horizontal einer grossen Ausbruchsstelle, einer Esse zu, wo sie durchbrachen, nachdem sie ringsher in ihrem ganzen Laufe die Oberfläche strichweise in der Art angegriffen hatten, dass muthmaasslich die Structur der Massen verändert, wahrscheinlich aber die Fähigkeit derselben, das Sonnenlicht zu reflectiren, erhöht wurde. Diese kühne Hypothese (aber die einzige, welche bis jetzt mit beobachteten Thatsachen auf dem Monde vereinbar ist), spricht also gewissermaassen von einer Metamorphose im Grossen, im Sinne der Plutonisten; sie erhält eine Bestätigung oder Stütze mehr durch die sogenannten umglänzten Crater, selbst durch isolirte Berge in den grauen Ebenen, die ringsum einen ziemlich breiten weissen Schimmer zeigen, der entweder nach aussen allmälich verläuft, oder durch bunte Figuren ausgezeichnet ist. Man glaubt mitunter, die hellen Massen, aus denen der Crater oder Berg besteht, in ihrer Fortsetzung seitwärts nach unten durch das dunkle Grau des Mare hindurchschimmern zu sehen; es scheint, als sei meilenweit umher, je näher dem Craterwalle desto stärker, die graue Decke zerstört worden.

Digitized by Google

Ueber das relative Alter der mit Lichtradiationen umgebenen Crater lässt sich nichts Sicheres aussagen. Waren die Streifen anfänglich schon vorhanden, so folgt ihr Verschwinden nicht nothwendig daraus, dass später Tausende von Ringgebirgen die Oberfläche des Mondes durchbrachen. Sofern diese nicht absolut zertrümmert wurde, blieben die Lichtstreifen stückweise in ihrer alten Lage, und vielfach sieht man auch, dass ihr Lauf meilenweit unterbrochen ist. War aber die jetzige Configuration der Mondoberfläche schon vollendet, so muss man annehmen, dass die Lichtradiationen von mehr als hundert Meilen Länge und $^1/_2$ bis 4 Meilen Breite, sich ungeachtet der oft colossalen Höhendifferenzen des Bodens dennoch mit Leichtigkeit ausbilden konnten.[116]

Während gewisse grosse Ringgebirge die Mittelpunkte solcher Lichtradiationen bilden, sieht man andere, welche ringsum nach allen Seiten feine Hügelketten aussenden; diese Hügel beginnen aussen am Walle, sind von geringer Höhe, meist dunkel, aber in Reihen geordnet, so dass je zwei Reihen ein langes, aber beiderseitig nicht sehr geschlossenes Längenthal bilden. Selten haben diese Thäler die Merkmale der Rillen. Diese Hügelradiation tritt z. Th. vereint mit den Lichtstrahlen, z. Th. ohne dieselben auf. Ein geübter Beobachter wird nie in den Fall kommen, diese ganz verschiedenen Phänomene mit einander zu verwechseln. Wie beide auftreten, ersieht man aus folgenden Beispielen.

1. Tycho ist das Centrum des bedeutendsten Strahlensystems, welches wir auf dem Monde kennen. Mädler hat es sehr umständlich beschrieben, und eine im metallurgischen Drucke dargestellte Specialcharte geliefert, in welcher die Entwicklung der hellen Streifen aus einem grauen breiten, den Tycho umgebenden Nimbus sehr gut veranschaulicht ist. Man sieht die Streifen in allen vier Quadranten. Südöstlich, südlich und südwestlich verbreiten sie sich im hellen Gebirgslande; nordöstlich gehen sie mit breiten Armen durch das Mare Nubium, und nordwestlich, obgleich der Zusammenhang nicht sicher nachzuweisen ist, erreicht ein Streifen den Menelaus, zieht durch das Mare Serenitatis, und wendet

Digitized by Google

sich den nordwestlichen polaren Regionen zu. Die Schwierigkeiten, das ganze Strahlensystem des Tycho bildlich darzustellen, scheinen unüberwindlich. Ringsum ist Tycho von grossen Ringgebirgen und andern wilden Bergmassen umdrängt. Liegt er an der Lichtgränze, so sieht man weder seinen grauen Nimbus, noch den Anfang seiner Streifen.

2. Copernicus zeigt beide Phänomene: ein grossartiges Strahlensystem, und ein reich entwickeltes, namentlich im N.W. deutliches System radialer Hügelketten, die parallele furchenartige Thäler einschliessen; sie beginnen einige Meilen ausserhalb am Walle, und liegen alle auf dem schon beschriebenen, ringsum gegen den Hauptwall sanft ansteigenden Boden, dessen Mitte der Crater bezeichnet. Man darf aber nicht glauben, dass diese Thäler mit dem *étoilement,* mit den Barancos grosser Erhebungscrater der Erde eine besondere Aehnlichkeit haben, welche in Gestalt langer Schluchten, wie auf Palma und San Miguel vom Rande der Caldeira (Crater), oder wie bei dem Pico von Teneriffa und bei der Somma des Vesuv, von dem Rande des jetzt nicht mehr völlig vorhandenen alten Craters sich gegen das Meer, oder am Vesuv, nördlich gegen die Ebene herabsenken.[117]

3. Kepler, ein wenig ausgezeichneter grosser Crater als Mittelpunkt eines ausserordentlichen Strahlensystems im Oceanus Procellarum. Ihm fehlt ein grauer Nimbus, und wenn auch in seiner Umgebung die Hügel häufig genug sind, so zeigen sie keine Spur einer radialen Stellung. Kepler ist ringsum in weiter Erstreckung von hellem Lande umgeben, aus welchem sich, an der Gränze des Mare, namentlich gegen Osten die langen breiten Lichtstreifen hinziehen. Sie vereinigen sich theilweise mit den Streifen des Aristarch und des Copernicus.

4. Aristarch, der hellste Crater des Mondes, hat, obgleich in dem grauen Mare liegend, doch einen dunklern (im Vollmonde oft bläulichen) Nimbus um sich, aus welchem sich zahlreich die feinen Lichtradiationen, und zwischen diesen einige Bergadern erstrecken.[118]

Digitized by Google

5. **Aristillus**, ein grosser scharf ausgeprägter Crater, hat ein überaus reiches System der feinsten radialen Hügelketten, die einzeln nicht zu zählen sind, aber ausserdem auch schwache gegen das **Mare Imbrium** und den **Caucasus** sich erstreckende Lichtstreifen, die bei abnehmendem Monde gut sichtbar sind.
6. **Autolycus**, dem Vorigen ganz ähnlich, aber kleiner; zeigt beide Phänomene in etwas geringerem Maasse.
7. **Proclus**, ein sehr glänzender Crater, ist das Centrum von grossen Lichtstreifen, die westlich sich im **Mare Crisium** verbreiten.[119]
8. **Anaxagoras**, ausgezeichnet durch Glanz und Schärfe seiner Form, ist das Centrum einer grossen, aber der nördlichen Lage wegen schwerer erkennbaren Lichtradiation.
9. **Furner** c und **Stevin** *a* (im IV. Quadranten) liegen noch im Bereiche der grossen Streifen des **Tycho**, aber sie haben selbstständige, zwar helle, aber weniger deutlich entwickelte Lichtstreifen.
10. **Olbers**, am Ostrande des Mondes, Mittelpunkt eines wahrscheinlich sehr ausgedehnten Lichtstreifengebietes, aber für die Beobachtung ungünstig gestellt.
11. **Byrgius** *A*, ein glänzender Crater auf dem Westwalle eines grössern Ringgebirges, Mittelpunkt einer sehr bedeutenden scharf gezeichneten Lichtradiation im ganz hellen Berglande. Bei nördlicher Breite des Mondes und östlicher starker Libration erscheint sie höchst ansehnlich, und gleicht völlig einem Spinngewebe, dessen Fäden nach starkem Regen theils zerstört, theils schlaff und vielfach gekrümmt wurden.
12. **Zuchius** (im III. Quadranten), als Strahlencentrum nur erkennbar, wenn der Mond nördliche Breite hat, und durch die Libration die Flecken nach Westen gerückt werden. Der Crater ist sehr bunt gezeichnet, z. Th. mit grauem Nimbus umgeben; seine Strahlen treffen die des **Tycho** und des **Byrgius**.

Ausser den 12 genannten Ringgebirgen giebt es noch einige andere, bei denen man unter günstigen Umständen mehr oder

Digitized by Google

weniger deutlich entwickelte Spuren des Strahlen- oder Hügelsystems wahrnimmt; es sind:

13. Dionysius, ein sehr heller Crater; er hat um sich einen merkwürdigen buntgezeichneten Nimbus, aus dem sich einige deutliche Lichtstreifen entwickeln.
14. Timocharis im Mare Imbrium, von schwachen Lichtstreifen und sehr feinen radialen Hügeln umgeben.
15. Menelaus,
16. Manilius, beide ganz oder theilweise im grauen Lande liegend, umgeben von hellen Höfen, die kurze strahlenförmige Ausläufer zeigen. Hügelradiationen fehlen.
17. Langrenus, Petavius, Aristoteles und Theophilus, alle vier Crater von den grossartigsten Dimensionen, sind die Mittelpunkte von bedeutenden, in Rücksicht der Localitäten sehr complicirten Hügelsystemen, in denen die radiale Richtung einzelner Ketten vorherrschend ist. Nur Langrenus zeigt vielleicht wenige schwache Lichtstreifen.

Versucht man, diese merkwürdigen Erscheinungen unter einem gemeinsamen Gesichtspunkte aufzufassen, trachtet man nach einer genügenden Erklärung, so trifft man stets nur auf die Hypothese Mädlers, nach welcher die, bestimmten Ausbruchsstellen zuströmenden Kräfte der Tiefe, mag man sich diese nun als erhitzte Gasströme oder anders vorstellen, die Oberfläche des Mondes strichweise in Betreff der Fähigkeit, Licht zu reflectiren, veränderten, oder in der unmittelbaren Nähe des Durchbruches den Boden bei seiner Hebung spalteten, und zwar so, dass die gebildeten Furchen alle vom Craterrande auslaufen. Wo diese Kraft zu schwach war, beschränkte sie sich darauf, das Colorit in der nächsten Umgebung der Ausbruchsstelle zu verändern, namentlich in den Ebenen, wo um manche Crater und Berge, wie früher erwähnt wurde, ringsher alle graue Farbe verschwunden ist. Diese mit einem weissen Nimbus umgebenen Ringe nennt Mädler sehr bezeichnend „umglänzte Crater“.

Es ist noch nicht an der Zeit, die Ideen über diese wunderbaren Hergänge jetzt schon weiter zu entwickeln, und das Aufgeben solcher Speculationen ist schon deshalb rathsam, um

Digitized by Google

mit den ersten Andeutungen nicht unvermerkt in das Gebiet der nachtheiligen Hypothesen einzutreten. Aber man darf glauben, dass einst die Zeit kommen werde, in der die wichtige Lehre von der Metamorphose (von der Umwandlung der Felsmassen durch plutonische Hitze) auch an den Erscheinungen des Mondes zu prüfen sein wird.

XXIII. Vergleichung irdischer Vulkane mit den Ringgebirgen des Mondes.

Es ist schon wiederholt daran erinnert worden, dass wir bei der Vergleichung der Oberflächengestaltung unsrer Erde und des Mondes nur die äusseren Formen in Betracht zu ziehen haben. Die geologische Unterscheidung zwischen Erhebungscratern und gewöhnlichen Vulkanen im Sinne L. v. Buchs, so wichtig sie an und für sich ist, brauchen wir so lange für den Mond nicht in Erwägung zu ziehen, bis uns ein viel grösseres Beobachtungsmaterial in den Stand setzt, zu sichern Schlüssen über die Neigungswinkel der Mondgebirge zu gelangen. Noch weniger interessirt uns für unsern Zweck das rein petrographische Verhältniss eines vulkanischen Gebirges. Wir betrachten nur die runden kesselförmigen Oeffnungen (Crater) der Erde, und vergleichen sie mit scheinbar ähnlichen auf dem Monde, nicht um innere Aehnlichkeiten, sondern mehr oder weniger charakteristische Verschiedenheiten nachzuweisen.

Die oberflächliche Vergleichung gewisser kreisförmig gestellter Gebirge auf dem Monde ist gewiss nicht geeignet, eine Theorie über die Genesis sehr abweichender Formen auf verschiedenen Himmelskörpern zu begründen. Zu den Zeiten Galiläis und Hevels war es gestattet, Länder wie Böhmen wegen ihrer Bergumwallung mit gewissen Wallebenen des Mondes zu vergleichen. Gegenwärtig sind unsere Kenntnisse von den Gebirgen unsers Trabanten wenigstens so weit vorgeschritten, dass

Digitized by Google

wir Ursache haben, derartige, übrigens ungenügende Vergleichungen für immer aufzugeben.

Betrachten wir zuerst die Crater der Erde, also alte Erhebungscrater, gewöhnliche kegelförmige, thätige oder erloschene Vulkane, Maare der Eifel, Solfataren u. s. w., so werden wir, was die Dimensionen betrifft, überaus grosse Verschiedenheiten finden. Wir beschränken uns auf folgende Beispiele, wobei zu bemerken ist, dass des Raumes wegen, und auch in Rücksicht auf die Deutlichkeit, die richtigen Verhältnisse der Höhe zur horizontalen Ausdehnung nicht treu dargestellt werden konnten, sondern einigermaassen übertrieben werden mussten.

Fig. 1.

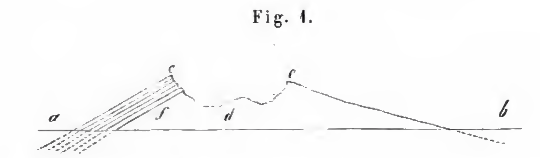


Fig. 1. Durchschnitt des Erhebungscraters der canarischen Insel Palma: *a b* Meeresfläche; *c d e* Durchschnitt des Craters, der Caldeira; *c e* Craterränder. Die schrägen unter sich parallelen Linien bei *f* sollen andeuten, dass die ehemals horizontal gelagerten Gebirgsschichten durch die Hebung des Berges aufgerichtet worden sind.[120]

Fig. 2.

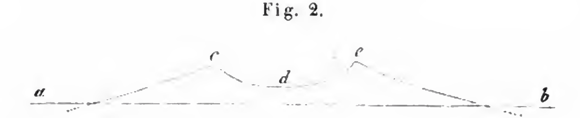


Fig. 2. Muthmaasslicher Durchschnitt des Vesuvs bei Neapel vor dem Jahre 79 nach Chr. *a b* Meeresspiegel; *c d e* der alte Crater; an der Stelle von *c* der jetzige höchste Gipfel der Somma, Punta del Nasone.

Digitized by Google

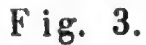




Fig. 3. Durchschnitt des Vesuvs von Norden nach Süden; geltend für die Zeit nach der Eruption vom Jahre 79; *c d e* der alte Crater; *c* Rand der Somma; die punktirte Ecke bei *e* ist der jetzt fehlende südliche Rand des alten Craters *c d e*; *d g* der jetzige Vesuvkegel, also der eigentliche Vulkan im alten Erhebungscrater; *g* sein eigener Crater.

Fig. 4.

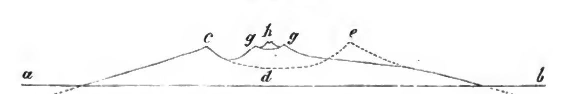


Fig. 4. Derselbe Durchschnitt des Vesuvs nach der Bildung eines Eruptionskegels, der in dem Crater des eigentlichen Vesuvkegels *g g* ausgebrochen ist, und in der Gestalt von *h* den Craterrand *g g* überragt. Man hat also zu unterscheiden: das alte Gerüste des Hebungskegels *a c d e b*, den spätern thätigen Vulkankegel *d g g*, und den temporär sich bildenden Eruptionskegel *h*.

Fig. 5.

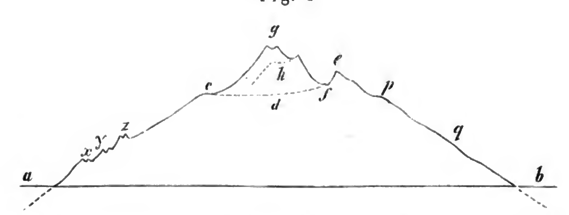


Fig. 5. Durchschnitt des westlichen Theils der Insel Teneriffa

Digitized by Google

, von Norden nach Süden. *a b* Meeresspiegel; *a c d e b* Masse des alten Erhebungscraters; *c d e* Durchschnitt des ehemaligen Craters; *f* Thal der Cumbre (Circus, oder las Canãdas); *e* südlicher Rand des Erhebungscraters (los Azulejos); *c f g* der Vulkankegel des Pic de Teyde; *g* dessen Crater; *d h* die westliche Kuppe am Pic, mit dem Crater *h* (Chahorra); *x*, *y*, *z* parasitische kleine Crater.[121]

Fig. 6.

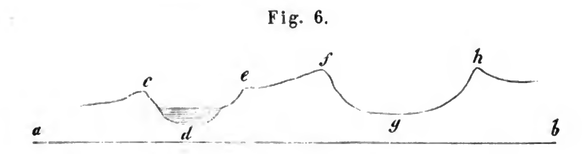


Fig. 6. Crater (Maare) der Eifel; *a b* Meereshorizont; *c d e* und *f g h* eingesenkte fast walllose Crater, von denen einer theilweis mit Wasser gefüllt ist.[122]

Fig. 7.

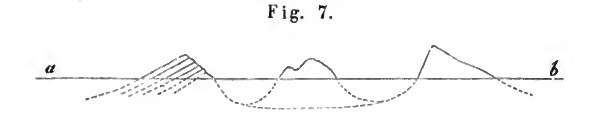


Fig. 7. Ein aus dem Meeresgrunde aufsteigender Vulkan.

Diese 7 Beispiele mögen genügen, eine Anschauung von dem Baue der irdischen Vulkane zu geben. Aus dem Umstande, dass das richtige Verhältniss der Höhe zur Fussbreite nicht ausgedrückt werden konnte, erklären sich in diesen Zeichnungen die sehr steilen Wände, die grossen Neigungswinkel der Bergflächen, die in der Wirklichkeit viel geringer sind. Nicht leicht übersteigen die Neigungen 40°; häufig betragen sie nur 20° bis 30°. Am Pico von Teneriffa finden z. B. in dieser Beziehung folgende Verhältnisse statt (vergl. Fig. 5): Neigung der südlichen Abdachung des

Digitized by Google

Pic-Kegels in der Richtung $g f = 33^{\circ}$; Neigung des innern Thales f (vom Fusse des Pics abwärts gegen Süden) $= 3^{1}/_{2}{}^{\circ}$; Neigung der innern Wand des Südrandes vom alten Erhebungscrater, also $f e = 50^{\circ}$; Neigung von e bis $p = 21^{\circ}$, von p bis $q = 14^{\circ}$ von q bis zum Meere in $b = 4^{\circ}$.[123]

Ringgebirge des Mondes.

Da auf dem Monde kein allgemeines mittleres Niveau existirt, so sind wir genöthigt, die jedesmalige Fläche, aus der ein Ringgebirge aufsteigt, als die mittlere Oberfläche des Mondes anzusehen, auf welche wir Höhenangaben beziehen, die den absoluten Höhen auf der Erde analog sein würden. In den frühern Zeichnungen stellte *a b* den Spiegel der See vor; in den folgenden wird *a b* stets die mittlere Oberfläche des Mondes bedeuten. Auch in diesen Zeichnungen konnte das wahre Verhältniss der Höhe zur Fussbreite nicht streng berücksichtigt werden.

Fig. 1.

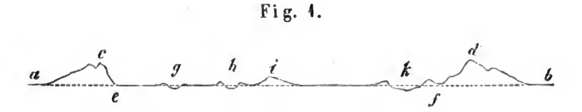


Fig. 1. Durchschnitt einer Wallebene; *c d* Kamm des Wallgebirges; *e f* Durchmesser der innern Fläche, im Niveau mit *a b*; *g, h, k* kleine Crater; *i* ein Hügel.[124]

Fig. 2.

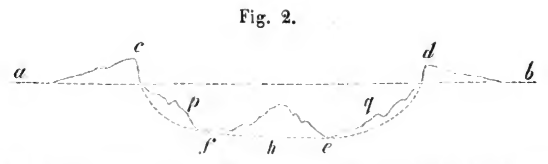


Fig. 2. Durchschnitt eines grossen Craters; *a c* und *d b* äussere

Abdachung des Craterwalles; *c d* höchster Rand des Craters; *c h d* innere Böschung des Craters, oben bei *c* und *d* 30° bis 60° steil; *p* und *q* Durchschnitt der Terrassen; *h* das Centralgebirge, dessen Gipfel unter der mittlern Oberfläche des Mondes liegt.[125]

Fig. 3.

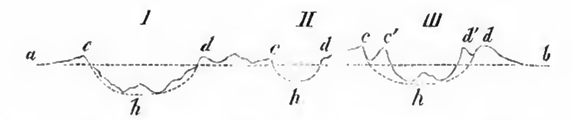


Fig. 3. Kleine Crater; Nr. *I* ein kleiner Crater, dessen Wallränder in *c* und *d*, dessen Terrassen in *p* und *q*, und dessen Centralgebirg in *h* liegt. Nr. *II* ein noch kleinerer Crater. Nr. *III* ein concentrischer Doppelcrater; *chd* der ältere Crater, *c' h d'* der spätere Crater; dessen Centralberg in *h*.[126]

Fig. 4.



Fig. 4. Durchschnitt des Bergrückens Huygens; *c* das Cap Huygens = 2400ᵗ hoch; *d* ein kleiner Crater auf dem Berg Huygens, 2800ᵗ hoch.

XXIV. Dimensionen einiger Crater der Erde,

ausgedrückt in Toisen.

Mit Ausnahme der Meereshöhe wissen wir über die Dimensionen nach Tiefe und Durchmesser nur wenig Zuverlässiges.

Digitized by Google

Man ersieht aus den Anmerkungen, woher die Zahlen der folgenden Tabelle entnommen sind.

	Absolute Höhe.	Grösster Durchmesser des Craters.	Tiefe des Craters.
Caldeira de Fogo[127] . .	1300 t	4100 t	140 t
Cald. de Palma[128] . . .	1193	3100	830
Cald. das Sete Cidadas (San Miguel)[129] .	435	1700	310
Cald. de Corvo[130] . . .	400	1090	200
Cald. de Graciosa[131] . .	211	620	150
Cald. de Monte Brazil[132]	87	410	—
Cald. de Santa Barbara[133]	550	1330	—
Cald. de Fayal[134] . . .	525	1050	—
Kirauea[135] . . .	608	2800	330
Tankuban-Prauw[136] . .	1000	—	130
Merapi	1400	1500	500
Mauna-Roa[137]	2115	1800	200
Laacher See[138]	244	1380	130
Roderberg[139]	100	330	30
Volcano[140]	204	500	100
Stromboli[141]	462	330	100
Vesuv[142]	600	350	100
Pico Alto[143]	1191	280	—
Pico de Teyde[144] . . .	1910	100	20
Chahorra[145]	1547	280	22
Aetna[146]	1700	250	54
Toluca[147]	2370	500	192
Kliutschewskaja Sopka[148]	2465	370	—
Rucu-Pichincha[149] . . .	2490	769	380
Popocatepetl[150]	2771	830	333

XXV. Dimensionen einiger Ringgebirge des Mondes.

Wie schon erwähnt, ist unter absoluter Höhe die äussere Wallhöhe eines Craters zu verstehen, und die Tiefe eben so wie bei den Cratern der Erde, d. h. gemessen vom Rande bis zur Tiefe. Die Zahlen sind, wie immer, Toisen.

Digitized by Google

		Absolute Höhe.	Grösster Durchmesser.	Grösste Tiefe.
1)	Theophilus . .	470 t	50000 t	2700 t
2)	Piccolomini . .	600	47000	2400
3)	Copernicus . .	700	46000	2200
4)	Tycho	—	45000	2500
5)	Bulliald . . .	800	32000	1500
6)	Scoresby . . .	550	29700	1700
7)	Burkhardt . .	720	29000	2500
8)	Jacobi . . .	500	27000	1600
9)	Aristarch . . .	400	23000	1100
10)	Manilius . .	500	21000	1300
11)	Kepler . . .	260	18000	1500
12)	Theaetetus . .	550	15000	1160
13)	Lambert . . .	380	14000	900
14)	Helicon . . .	220	11000	960
15)	Clavius *d* . .	450	10000	1500
16)	Bessel	300	10000	700
17)	Picard *A* . .	350	8400	1100
18)	Picard *d* . .	300	5300	1200

Diese Zahlen sind theils nach Mädlers, theils nach meinen eigenen Beobachtungen bestimmt worden; sie weichen mitunter von einigen Angaben des Abschnittes XV. ab, weil inzwischen die Anzahl der Messungen sich vergrössert hatte. Die meisten Craterdurchmesser habe ich nach der Mädler'schen Meilenzahl hier beiläufig in Toisen angegeben; einige wurden nach der Charte bestimmt. Fragt man nach dem Verhältnisse der Tiefe zum Durchmesser des Craters, so geben die 18 Ringgebirge folgende Zahlen:

Tiefe von Nr. 1 = $^1/_{18}$ des Crater-Durchm. „ „ „ 2 = $^1/_{19}$ „ „ „ „ „ 3 = $^1/_{20}$ „ „ „ „ „ 4 = $^1/_{18}$ „ „	Ringgeb. zw. 50000 u. 45000 t Durchm.; Verhältniss = $^1/_{19}$.
Tiefe von Nr. 5 = $^1/_{21}$ des Crater-Durchm. „ „ „ 6 = $^1/_{18}$ „ „ „ „ „ 7 = $^1/_{12}$ „ „ „ „ „ 8 = $^1/_{17}$ „ „ „ „ „ 9 = $^1/_{21}$ „ „ „ „ „ 10 = $^1/_{16}$ „ „	Ringgeb. zw. 32000 u. 21000 t Durchm.; Verhältniss = $^1/_{16}$.

Digitized by Google

Tiefe von Nr. 11 = 1/12 des Crater-Durchm.	Ringgeb. zw. 18000 u. 11000 t Durchm.; Verhältniss = 1/13.
„ „ „ 12 = 1/13 „ „	
„ „ „ 13 = 1/15 „ „	
„ „ „ 14 = 1/11 „ „	

Tiefe von Nr. 15 = 1/6 des Crater-Durchm.	Ringgeb. zw. 10000 u. 5000 t Durchm.; Verhältniss = 1/8.
„ „ „ 16 = 1/14 „ „	
„ „ „ 17 = 1/8 „ „	
„ „ „ 18 = 1/4 „ „	

Mit Recht wird man einwenden dürfen, dass diese 18 Zahlen noch nicht genügen, um ganz unzweifelhaft eine mit der Abnahme des Craterdurchmessers relativ zunehmende Tiefe nachzuweisen; indessen mag hier die Bemerkung genügen, dass eine 5 bis 6mal grössere Zahl von Messungen, ungeachtet ihrer Unsicherheit, im Mittel die Richtigkeit der obigen Wahrnehmung bestätigt. Ueberhaupt ist es für den Mond viel leichter als für die Erde, solche Verhältnisse zu ermitteln. Unsere Kenntnisse von der Gestalt und Grösse irdischer Crater ist doch noch sehr mangelhaft. Es scheint, dass die meisten Reisenden mehr die mineralogische Untersuchung interessirte. Nicht alle haben wie v. Buch, v. Humboldt und Abich die generellen Verhältnisse zu ergründen versucht, und noch weniger waren die Meisten im Stande, anstatt sehr unsicherer Schätzungen, genaue Messungen unter den grössten Beschwerden auszuführen.

Aber auch, wenn man von der Mangelhaftigkeit vieler Beobachtungen dieser Art abstrahirt, so steht doch fest, dass bei der ausserordentlichen Verschiedenheit des Baues irdischer Vulkane, und namentlich in Rücksicht auf ihre intermittirende Thätigkeit die Cratertiefe periodisch den grössten Veränderungen unterworfen sei. Wie wenig Uebereinstimmung stattfinde in dem Verhältniss der Cratertiefe zum Durchmesser, sieht man leicht aus folgenden Zahlen, die ich, wenn auch nur beiläufig, nach der Beschaffenheit der Vulkane geordnet habe.

1. Caldeiren.

Schliesse ich Fogo aus dem in Anmerk. 127 ausgesprochenen Grunde aus, so hat man für die

Digitized by Google

Caldeira de Palma . .	= $^1/_4$
Caldeira das Sete Cidadas	= $^1/_5$
Caldeira de Corvo . .	= $^1/_5$
Caldeira de Graciosa	= $^1/_4$
Mittel	= $^1/_{4,5}$

2. Kleine thätige, einfache oder zusammengesetzte Vulkane; Meereshöhe geringer als 1500 t.

Vesuv	= $^1/_6$
Stromboli	= $^1/_4$
Volcano	= $^1/_2$
Kirauea	= $^1/_5$
Merapi	= $^1/_3$
Mittel	= $^1/_4$

3. Grosse thätige, einfache oder zusammengesetzte Vulkane; Meereshöhe grösser als 1500 t.

Mouna-Roa	= $^1/_9$
Aetna	= $^1/_5$
Rucu-Pichincha , . . .	= $^1/_2$
Popocatepetl	= $^1/_3$
Mittel	= $^1/_{4.7}$

4. Gegenwärtig unthätige Vulkane.

Pic de Teyde	= $^1/_5$
Chahorro	= $^1/_{13}$
Toluca	= $^1/_3$
Roderberg	= $^1/_{10}$
Laacher See	= $^1/_{10}$
Mittel	= $^1/_8$

Die Mittelzahlen sind illusorisch; wo die einzelnen Angaben so stark differiren, hat man kein Recht, denselben einige Bedeutung zuzuschreiben, und ich setze sie nur deshalb her, um zu zeigen, wie Vieles noch fehlt, um zu wissen, ob bei den irdischen Vulkanen bestimmte Dimensionsverhältnisse vorkommen oder nicht, ob diese zusammenhängen mit der Natur der gehobenen Felsarten, mit der Meereshöhe und mit den besondern Eigenschaften des

Digitized by Google

Baues, durch welche sich eine alte Caldeira unterscheidet von dem in ihrer Mitte aufgestiegenen Vulkane, dieser wieder von den höchsten Kegelbergen, die über den Grat der Cordillere sich erheben, und von den randlosen, oft wassererfüllten (Explosions-) Cratern der Eifel.

XXVI. Schlussbemerkungen.

Ueberblicken wir den Inhalt aller der Oberfläche des Mondes gewidmeten Abschnitte nochmals im Ganzen, so wird es leicht sein, die rein wissenschaftlich ergründeten Thatsachen von den Vermuthungen zu scheiden, welche hin und wieder über die Wirkungen der Natur auf dem Monde ausgesprochen worden sind. Als Resultate der Mondbeobachtungen haben wir folgende hinzustellen:

1. Wir besitzen eine genügend vollständige Kenntniss von der gegenseitigen Lage und den räumlichen Verhältnissen aller grösseren Gebirgsformen auf der diesseitigen Halbkugel des Mondes.
2. Wir kennen von vielen Bergen die Höhe, von vielen Cratern die Tiefe mit hinlänglicher Genauigkeit.
3. Die Aehnlichkeit der Mondgebirge in Betreff ihrer äussern Form und Gruppirung ist, mit denen der Erde verglichen, sehr geringe.
4. Mit Sicherheit lässt sich bis jetzt keinerlei Veränderung in den Gebirgen des Mondes nachweisen.
5. Alle Crater und die meisten Berge sind durch erumpirende Kräfte entstanden; dies ist die wahrscheinlichste Erklärung, welche unmittelbar aus den Beobachtungen hervorgeht; jede andere ist gezwungen und setzt willkürlich Verhältnisse voraus, die auf dem Monde nicht existiren; bei der Annahme erumpirender Kräfte wird in diesem Falle weder von Lava noch von Gaseruptionen nothwendig die Rede sein, und es wird noch keine Unterscheidung gemacht zwischen Erhebungscratern und gewöhnlichen Vulkanen, die für die Gebirge der Erde nöthig ist.

Digitized by Google

6. Der Mond hat durchaus keine Atmosphäre auf seiner uns sichtbaren Hälfte, und zeigt keine Phänomene, welche mit Bestimmtheit eine solche, wenn auch sehr dünne Luft andeuten.

Die Grundlage für eine umfassende Selenographie, wie solche wohl gewiss die Zukunft liefern wird, ist durch die Arbeiten von Lohrmann und Mädler geschaffen worden; auf diese sich stützend, ist es weniger wünschenswerth, neue Generalcharten im grossen Maassstabe auszuarbeiten, als vielmehr sich mit der speciellen Beobachtung kleiner Flächenräume des Mondes anhaltend zu beschäftigen. Es möge diese Arbeit denen zufallen, die nicht von dem Geschäftsgange einer Sternwarte, und nicht von den Launen eines ungünstigen nordischen Climas abhängig sind. Ihnen möge vergönnt sein unter dem schönen Himmel einer glücklicheren Zone die Gebirge des Mondes zu zeichnen und zu messen, ihre übrige Zeit den rein geognostischen Studien zuzuwenden, um frei von wissenschaftlichen Vorurtheilen, ungehindert durch Nützlichkeitstheorien einseitig denkender Naturforscher, das Gebiet des Wissens zu erweitern, und die Physik der Himmelskörper im Verein mit der unserer Erde unter einem gemeinsamen Gesichtspunkte aufzufassen.

Digitized by Google

Anhang.

XXVII. Meinungen über lebende Wesen auf dem Monde und auf den Planeten.[151]

Es ist nicht Neugierde allein, welche den Menschen anregt, über die Gränzen des Wissens hinauszuschweifen; unruhig, und nie ganz befriedigt in seinem Streben nach Erkenntniss, genügt ihm nicht das Anschauen zahlloser Wunder der Erde, nicht der unermessliche Reichthum und die Schönheit der Formen und Farben, welche diese Welt verherrlichen, nicht das Verständniss grosser Naturgesetze, welches ihm endlich nach den vergeblichen Anstrengungen vieler Jahrhunderte zu Theil geworden ist. Von Jugend auf gewöhnt an den Anblick eines Theiles der Schöpfung, ist der Mensch, so lange er nicht scharf zu beobachten und zu prüfen gelernt hat, nur zu geneigt, viele Erscheinungen ihren Ursachen nach als bekannt anzunehmen, welche sich bis heute der Forschung entzogen; seine Aufmerksamkeit wird mehr durch seltene und aussergewöhnliche, namentlich gewaltsame Wirkungen der Natur angeregt, als durch Hergänge, welche seiner Meinung nach ganz der gewöhnlichen Ordnung und dem nie geänderten Laufe der Dinge angemessen sind. Ihn erfreut wohl der Anblick, wenn des Abends die rothe Dämmerung am Horizonte der See erlischt, und bald darauf das Leuchten des Meeres weithin im Dunkeln die sandige, zahlreich von Thieren belebte Küste bezeichnet; es bewegt ihn der Aufruhr des Gewitters und der unterirdische Donner des Gefahr drohenden Erdbebens; aber er denkt nicht daran, Fragen zu thun, die mehr vom Geiste, von der wissenschaftlichen Erwägung zu beantworten sind, als von den Satzungen einer volksthümlichen Physik, welche sich nie von dem äussern Eindrucke

Digitized by Google

der Erscheinung zu trennen vermag. Ihn begeistert vorübergehend der Anblick des Himmels, wenn in heiterer Winternacht der Schimmer der Milchstrasse, der funkelnde Glanz des Sirius und der grossen Sterne des Orion ihre stille Pracht entfalten, wenn er zum ersten Male die Schatten der Gebirge des Mondes, oder die Ringe des Saturns am Fernrohre erkennt; aber mehr als die Erzählung von den Ergebnissen der Beobachtung, mehr als die Mittheilungen über die Gesetze der himmlischen Bewegungen interessiren ihn gerade die ausser dem Bereiche der heutigen Wissenschaft liegenden Fragen, welche sich auf die Bewohner der Gestirne, und selbst auf besondere Zwecke in der Oekonomie des Universums beziehen. Jeder Astronom wird hundertfältig die Erfahrung gemacht haben, dass die meisten Menschen, und zwar aus allen Ständen, vorzugsweis diese Fragen beantwortet zu sehen wünschen.

Forscht man nach der Ursache, so giebt es verschiedene Wege der Erklärung. Die sehr geringe Verbreitung wirklich astronomischer Kenntnisse, und das noch geringere Verständniss von dem Gegenstande der heutigen beobachtenden Astronomie hindern daran, den richtigen Standpunkt in Betreff solcher Fragen zu finden. Man übersieht zu leicht, oder glaubt nicht, dass die Sternkunde seit zwei Jahrtausenden noch immer an ihren Fundamenten arbeitet, und dass die grossen Fernröhre unserer Zeit, vorzugsweise benützt zu Ortsbestimmungen der Gestirne, viel zu schwach sind, um uns über die besondere Beschaffenheit der viele Millionen Meilen entfernten Planeten genügende Aufschlüsse zu gewähren. Während der Eine in seinen Meinungen über die Bewohner des Mondes oder der Planeten sich auf die beobachtende Astronomie glaubt berufen zu können, enthebt sich der Andere dieser Consequenz, um, bloss philosophischen Betrachtungen ergeben, die Welt nach seinen Ideen zu construiren; wählt der Dritte eine geläufige Hypothese, um mit Hülfe kühner Analogien, die sehr ihren allein aus irdischen Phänomenen hergeleiteten Ursprung, und deshalb ihre Beschränktheit verrathen, die Zwecke der Schöpfung im Grossen, und das Leben der Wesen auf einzelnen Himmelskörpern durch seine Phantasie zu ergründen. Allen diesen Bestrebungen liegt etwas zum Grunde, welches von den Anforderungen der noch sehr häufigen Nützlichkeitstheorien sich auf-

Digitized by Google

fallend unterscheidet, indem diese nicht die Selbstständigkeit und den höhern Beruf der Wissenschaft, sondern nur deren praktisch nützliche Zwecke und Erfolge anerkennen; denn Jeder wird zugeben, dass wenig praktischer Werth an denjenigen Resultaten zu rühmen sein würde, die in irgend einer Weise mit überzeugender Gewissheit z. B. das Dasein lebender und selbst vernunftbegabter Wesen auf dem Monde zu bekunden vermöchten.

Ist nun gleich in vielen Fällen die Frage nach den Geschöpfen auf andern Himmelskörpern nur eine Art von Speculation, die wenig festen Grund und Boden hat, so liegt ihre Veranlassung bei manchen Menschen doch tiefer, wo sie theils der rein poetischen Anschauungsweise, theils einem mehr religiösen Bedürfnisse entspringt. Die ewige Metamorphose in der belebten und unbelebten Natur, der auch der Mensch unterworfen ist, und nicht weniger ein angeborener Trieb, der ihn nachdenken lässt über den Zweck und das letzte Ziel des irdischen Stoffwechsels, über sein eigenes dereinstiges Schicksal, und über das Bleiben der Seele nach dem Tode, lenkt leicht die Gedanken auf die Himmelskörper; er erregt in tausendfältigen Formen, wechselnd zwischen dem Gefühle ernster Andacht und poesiereicher Ahnung, eine stete Sehnsucht nach dem, was ausserhalb der Erde in dunkler Ferne liegt. Diese Sehnsucht hat sich kundgegeben in den meisten grossen Geistern aller Jahrhunderte, als ein Streben nach dem Ueberirdischen, sei es rein auf dem Gebiete der Religion, der Philosophie, oder der empirisch wissenschaftlichen Forschung; die geistig weiter fortgeschrittene Menschheit hat solches Verlangen nicht aufgegeben; sie bewahrt es wie eine Erbschaft von den dahingeschiedenen Generationen, und ermüdet nicht, diese und ähnliche Fragen durch die Wissenschaft zu beantworten, ohne die Rechte des Glaubens in dieser Richtung beeinträchtigen zu wollen und zu können. Je nach dem Standpunkte des Wissens, der Grösse der Weltanschauung, und der Tiefe und Innigkeit der Gefühle, denkt und redet darüber der Greis, der nach inhaltreichem Leben alle Resultate seiner und fremder Forschungen überblickt, verschieden von dem, der noch im Glanze der Jugend den grossen vielgestaltigen Traum voll schöner aber verworrener Ahnungen dem strengen Denken und dem mühevollen Erringen des Wissens

Digitized by Google

vorgezogen hat. So stehen wir alle vor der verschlossenen Pforte; es tönt keine Antwort auf unsere Fragen herüber; einförmig nur im ewigen Strome dringt aus den Tiefen des Himmels das Licht der Gestirne zu uns, und meldet aus sehr verschiedenen Zeitepochen dem Auge Zustände und Anordnungen im Universum, deren Deutung zumeist nur der mathematischen Gedankenentwicklung unterworfen werden kann. Wenn es demnach scheint, als müssten wir für immer die Hoffnung aufgeben, in directer Weise durch die Wissenschaft über das Wirken der Natur an den Oberflächen der Planeten sichere Kunde zu erhalten, so ist dennoch weder die Berechtigung noch das Interesse dieser Fragen geschmälert, weil ihr Ursprung, wie es scheint, tief in dem Wesen und in einem Bedürfnisse des menschlichen Gemüthes begründet liegt.

Uns bleibt noch übrig, die Gränzen zu bezeichnen, innerhalb welcher unsere Wünsche zu zügeln sind, und theilweis, wenn auch nur verneinend, durch die Wissenschaft beantwortet werden können. Wer die sichern Resultate der Beobachtung und die Summe übereinstimmender Erfahrungen nicht verschmäht, die wir den physikalischen Experimenten und den Beobachtungen am Fernrohre im Verein mit der Rechnung verdanken, hat wohl ein Recht, gegenüber dem wegwerfenden Tone, mit dem zuweilen die Frage nach der Natur auf dem Monde oder auf den Planeten beantwortet wird, eine bestimmte Ideenrichtung zu verfolgen, die, sofern sie vernünftig ist, wenigstens den Vortheil und das Verdienst hat, durch weitere Verbreitung eine grosse Anzahl irriger Ansichten und schlechtbegründeter Theorien zu beseitigen. Sie ist es ausserdem, welche mit mehr Ruhe, und in gründlicherer Weise die Resultate der Astronomie auffasst, ohne sich dem leeren Erstaunen über blosse Zahlenausdrücke ausschliesslich hinzugeben.

Grosse Zahlen an sich, welche undenkbare Entfernungen oder Massen ausdrücken, sind unfruchtbar für die Vorstellung; die Bewunderung, welche sie erregen, ist um so schwächer begründet, je weniger wir im Stande sind, uns zu den richtigen Begriffen derselben zu erheben. Wer in der Schöpfung mehr sucht als die gesetzmässige Ordnung, nach welcher die Bewegungen der Himmelskörper geleitet werden, wer seine Bewunderung nicht lediglich dem

Digitized by Google

Scharfsinn des menschlichen Denkvermögens zuwendet, wird durch das räumlich Grosse oder Unendliche wenig befriedigt. Nicht der Zahlenausdruck allein ist es, der würdig den erhabenen Charakter, die Majestät der Werke der Natur offenbart. Deshalb kehren wir, wenn an dem vergeblichen Bestreben, das Unendliche zu erfassen, gedemüthigt der Geist seine Gränzen erkannt hat, gerne zurück zu der Betrachtung des organischen Lebens und zu der freieren Anschauung, nach welcher wir die Weltkörper belebt und überall im Universum Geschöpfe annehmen, die zu höheren Zwecken berufen sein möchten. Bis hierher steht der Betrachtung kein Hinderniss entgegen; weder die Vernunft, noch der Standpunkt der Wissenschaft kann sich in positiver Weise dagegen erheben. Aber es entsteht nun die Frage, von welcherlei Beschaffenheit möglicherweise die Geschöpfe auf andern Himmelskörpern sein werden? Um hierauf zu antworten, ist es, sofern wir uns nicht ganz der Phantasie überlassen wollen, zuerst nothwendig zu fragen: „was wissen wir heutzutage von den Oberflächen des Mondes, der Sonne, oder der Planeten, und von den etwaigen Bedingungen des Lebens, die dort organische Wesen möglich erscheinen lassen?“ Diese Frage, auf welche Alles ankommt, wollen wir in wenigen Worten zubeantworten versuchen.

Seit mehr als 200 Jahren hat man nun schon das Fernrohr zu himmlischen Beobachtungen benutzt. Die Instrumente haben sich nach und nach sehr vervollkommnet, und nach der Grösse und der optischen Kraft mancher derselben haben Viele sich ausserordentliche Erfolge davon versprochen. Allein, abgesehen von diesen allzugrossen Erwartungen, hat man bei der Frage nach den Organismen anderer Himmelskörper einen wesentlichen Umstand nur zu oft übersehen, nämlich die Gravitation, die zuerst in Betracht gezogen werden muss, und wichtiger ist, als die etwaige Existenz einer atmosphärischen Luft. Wenn die astronomische Rechnung als eins ihrer sichersten Resultate hinstellt, dass, indem an der Erdoberfläche die Schwerkraft = 1 gesetzt wird, dieselbe auf dem Monde den Werth = $1/_6$, auf der Sonne aber den Werth = 28 hat, so muss doch einleuchten, wie diese grosse Verschiedenheit der Gravitation den ersten und wichtigsten Grund zu der Ueberzeugung abgebe, dass lebende

Digitized by Google

Wesen auf der Sonne oder auf dem Monde ganz anders beschaffen sein müssen, als die auf der Erde vorhandenen. Denn diese Differenzen der Schwerkraft sind in ihrer Wirkung nicht darauf beschränkt, dass auf der Erde ein fester Körper 15 Fuss, auf dem Monde $2^1/_2$ Fuss, und auf der Sonne 428 Fuss freifallend in der ersten Secunde zurücklegt, sondern sie afficiren jeden Organismus in Hinsicht der Fähigkeit, sich zu bewegen, sich durch Wachsthum zu vergrössern oder irgend welche Kräfte in Anwendung zu bringen. Unser Körper würde, alles Uebrige gleich gesetzt, auf dem Monde mit der grössten Leichtigkeit erstaunliche Wirkungen ausüben können, weil ihm die Schwere einen 6mal geringeren Widerstand entgegenstellt, aber er würde auf der Sonne, unter der Einwirkung einer 28mal grösseren Schwere, nicht nur an allen Bewegungen und Verrichtungen gehindert sein, sondern, auch abgesehen von ganz andern Ursachen, in kürzester Zeit zu Grunde gehen.[152] Da nun auf den Körpern des Sonnensystems die Gravitation von der bei uns stattfindenden mehr oder minder verschieden ist, so muss man, bloss aus diesem Grunde, einräumen, dass, wenn auch Wesen von allen möglichen Formen und Fähigkeiten daselbst existiren, kein einziges derselben mit irdischen Organismen genau übereinstimmen könne.

Untersuchen wir die Frage nach der physischen Beschaffenheit der Oberflächen verschiedener Himmelskörper, und beschränken wir uns allein auf das Planetensystem, so werden wir finden, dass wir im Ganzen sehr wenig genügende Aufschlüsse durch directe Beobachtungen erfahren haben, und dass für unsere Zwecke sich kein Resultat von positiver Beweiskraft ergebe, welches im Stande wäre, die Existenz lebender Wesen, geschweige denn deren Eigenschaften, zu ermitteln.

Die telescopische Beobachtung lehrt, dass die lichtstrahlende Oberfläche, die Photosphäre der Sonne, sehr häufig mit bedeutenden Fleckengruppen bedeckt ist, welche von 11 zu 11 Jahren ein Maximum ihrer Häufigkeit erkennen lassen. Diese unregelmässig runden schwarzgrauen Gebilde sind trichterförmige Vertiefungen in der Lichthülle der Sonne, durch welche wir ganz oder z. Th. auf den an sich dunklen Sonnenkörper hinabsehen

Digitized by Google

können. Man unterscheidet den schwarzen Kernfleck, und die denselben umgebende graue Penumbra, d. h. den am Rande ausgezackten Hof, dessen Saum entweder scharf begränzt ist, oder verwaschen übergeht in die mit zahllosen kleinen grauen Poren oder schuppenartigen Punkten bedeckte Photosphäre. Oft haben solche Flecken 5000 bis 10000 Meilen im Durchmesser, und man hat Gruppen beobachtet, die, aus etlichen hundert Flecken und Punkten zusammengesetzt, Räume von 50000 und 60000 Meilen Erstreckung bedeckten. Ausserdem bemerkt man an gewissen Stellen der Sonnenscheibe, namentlich an ihrem Rande, helle Flecken, deren Glanz grösser ist, als das gewöhnliche Licht der Oberfläche; man nennt sie Fackeln oder Lichtgewölke, und diese bilden, als häufige Begleiter der schwarzen Flecken, vielleicht flache, wulstartige, aber vergängliche Erhebungen. Wahrscheinlich zu allen Zeiten schweben über der Sonnenoberfläche leichte gasartige Materien, welche mit grosser Gewalt aus den Fleckenöffnungen oder in deren Nähe ausströmend, in totalen Sonnenfinsternissen unter der Gestalt rubinrother Flammen oder bergartiger Erscheinungen von 100 bis zu 10000 Meilen Höhe beobachtet werden. Ausserdem ist noch bekannt, dass die Sonne in $25^1/_2$ Tagen rotirt; mehr wissen wir nicht, und Niemand wird auf Grund dieser Wahrnehmungen glauben können, dass auf der mit blendendem Lichte umflossenen und vielleicht ausserordentlich erhitzten Oberfläche der Sonne, unter der Wirkung einer 28mal grösseren Schwere, lebende Wesen vorhanden seien, die denen auf der Erde ähnlich sind.

Von der Beschaffenheit der Planeten Mercur und Venus kennen wir ebenfalls sehr wenig. Wohl gewiss haben diese Körper Atmosphären, wie die Lichtschwächung an ihren Phasen, oder eine seltene vergängliche Fleckenbildung andeutet; sie haben auch Gebirge, die sich durch die Unregelmässigkeiten der Phase oder der Hörner kund geben; sie drehen sich wahrscheinlich beide in der ungefähren Zeit eines Tages um ihre Axe, und sind in Betreff der Schwere an ihren Oberflächen nicht sehr bedeutend von der Erde verschieden. Aber auf ihnen ist das Sonnenlicht stärker als bei uns; bis 10mal übertrifft die Tageshelle auf Mercur die unsrige. Eine den Planeten Mercur und Venus etwa angemessene organische Natur kann

Digitized by Google

möglicher Weise in einzelnen Beziehungen der irdischen einigermaassen ähnlich sein, aber nicht mit ihr übereinstimmen.

Der Planet Mars ist bedeutend kleiner als die Erde, auch erreicht die Schwere an seiner Oberfläche nur die Hälfte des Betrages der bei uns stattfindenden. Aber die Beobachtung an grossen Fernröhren zeigt uns Erscheinungen, die mitunter an sehr ähnliche auf der Erde erinnern. Veränderliche dunkle Flecken, Lichtabnahme an den Rändern, ungleiche Intensitäten des gelben und orangerothen Lichtes der Scheibe machen eine starke Atmosphäre sehr wahrscheinlich. Man hat Grund zu der Annahme, dass wir in den Flecken theils Wolken, theils oceanische Flächen erblicken. Die Pole des Mars sind weissleuchtend, und die Regionen derselben oft scharf und kreisförmig von dem trüben gelbrothen Lichte des Planeten gesondert; diese weissen sehr auffallenden Flecken vergrössern und verkleinern sich, je nachdem der betreffende Pol Winter oder Sommer hat, und man kann nicht bezweifeln, dass sie von einem, unserm Schnee analogen atmosphärischen Niederschlage herrühren, dessen Verbreitung von den Jahreszeiten abhängig ist.[153] Mars rotirt in 24 Stunden 37 Minuten, und die Stärke seiner Erleuchtung durch die Sonne ist nur die Hälfte von derjenigen, welche die Erde empfängt. Seine mittlere Entfernung von der Sonne ist $1^1/_2$, wenn die unsers Planeten = 1 gesetzt wird. Alles zusammengenommen berechtigt zu dem Schlusse, dass, falls auf dem Mars Thiere und Pflanzen leben, dieselben eine gewisse Aehnlichkeit mit irdischen Geschöpfen möglicherweise haben können, weil die dortigen planetarischen Verhältnisse, so weit wir sie kennen, diesem Schlusse in directer Weise nicht widersprechen. Eine völlige Gleichheit ist undenkbar. Wäre die Natur so arm und so beschränkt auf die irdischen Formen, wie Manche in ihren Speculationen stillschweigend voraussetzen, so müssten wir glauben, dass auf dem Planeten Mars die dortigen Thiere und Pflanzen sich in einem sehr kümmerlichen Zustande der Entwicklung befinden, angenommen nämlich, dass die Atmosphäre mit der unsrigen identisch und die organische Schöpfung nur eine Nachahmung irdischer Typen mit ähnlichen Körpern und Functionen sei. Anstatt so unwürdige Vorstellungen weiter zu verfolgen, ist es besser, sich

Digitized by Google

an Mädlers Ausspruch zu erinnern: „Die Natur liebt es nicht, sich selber zu copiren; sie ist reich genug, Individuen zu erschaffen, und weiss trotzdem Einheit in der Mannigfaltigkeit zu bewahren.“

Von den zahlreichen Asteroïden zwischen Mars und Jupiter kennen wir nur die Bahnen, und wissen nur, dass diese Himmelskörper sehr klein sind. Manche mögen kaum 12 Meilen im Durchmesser haben; jedenfalls ist die Schwere an ihren Oberflächen äusserst gering. Dieser Umstand und die ansehnliche Entfernung der Asteroïden von der Sonne, schliesst eine Aehnlichkeit ihrer etwaigen Organismen mit denen der Erde völlig aus.

Jupiter ist im Durchmesser 11mal grösser als die Erde; er rotirt in 9 Stunden 56 Minuten; seine Tage und Nächte haben also nur etwa 5 Stunden Länge, und die erstern haben eine 25mal geringere Helligkeit als die Tage der Erde. Am Fernrohre bemerkt man Erscheinungen, welche eine starke Atmosphäre andeuten, und die zahlreichen grauen, dem Aequator parallelen Streifen, die sich oft in einzelne rundliche Flecken und Punkte auflösen, oder wenigstens sich stellenweis erheblich verdichten, dürfen immerhin als Analoga unserer Wolken angesehen werden. Aber die Schwere an Jupiters Oberfläche ist $2^1/_2$mal grösser als bei uns.[154] Diese Thatsache, die grosse Entfernung von der Sonne, die Kürze der Tage und Nächte, lassen Verhältnisse der dortigen Atmosphäre und Einrichtungen etwaiger Geschöpfe vermuthen, die von denen unserer Erde sich in allen Beziehungen wesentlich unterscheiden, und wir müssen gestehen, dass kein Versuch, die Geschöpfe anderer Himmelskörper gewissermaassen durch die Phantasie zu construiren, sei er noch so scharfsinnig und vorsichtig angelegt, zu irgend einem befriegenden Ziele führen könne.

Zu denselben Schlüssen würden wir gelangen, wenn wir noch die sonnenfernen und grossen Planeten Saturn, Uranus und Neptun mit in Betracht ziehen wollten; es genügt, daran zu erinnern, dass Bedingungen des Lebens, wie wir solche auf unserer Erde kennen und für nothwendig erachten, auf diesen drei Körpern in einem viel geringeren Maasse zu vermuthen sind, als auf den schon berührten Planeten von Mercur bis Jupiter, und es wird vollends

Digitized by Google

unnöthig sein, die langgeschweiften, ganz durchsichtigen, fast körperlosen und in sehr excentrischen Bahnen sich bewegenden Cometen in besondere Erwägung zu ziehen. Nur der Mond, der uns so nahe ist, dessen Gebirge wir in solcher Deutlichkeit sehen und mit solcher Sicherheit vermessen können, scheint noch einige Hoffnung zu gewähren. Allein auch diese muss bald schwinden, wenn man die in diesen Blättern schon erwähnten Thatsachen zusammenfasst. Immerhin mag der Mond zahllose Geschöpfe nähren, selbst thier- oder pflanzenähnliche, und auch vernunftbegabte Wesen; nur gebe man die Hoffnung auf, sie zu sehen, und lasse für immer die Meinung fahren, dass die organische Natur auf der diesseitigen Hemisphäre des Mondes in irgend einer Weise vergleichbar mit der irdischen sei.

Um grössere Geschöpfe des Mondes als deutliche aber fast unmessbare Punkte wahrzunehmen, und was noch wichtiger sein würde, sie an ihrer Bewegung zu erkennen, bedürfen wir einer etwa hunderttausendmaligen linearen Vergrösserung an einem anderweitig vollkommenen Fernrohre; ferner ein vollkommen genaues Uhrwerk, welches das Instrument so bewegt, dass es der scheinbaren Bewegung des Mondes am Himmel nachfolgt, und als Haupterforderniss eine absolut durchsichtige und nie unruhig zitternde Luft, welche die Anwendung einer hunderttausendmaligen linearen Vergrösserung mit Vortheil gestattet. Nun aber können wir, selbst an unsern vorzüglichsten Fernröhren, 300 bis 1000malige Vergrösserungen, in dem traurigen mitteleuropäischen Clima nur äusserst selten mit Vortheil auf den Mond anwenden; die erstere nach meinen Erfahrungen vielleicht 3 oder 4mal im Jahre, die letztere niemals, vorausgesetzt, dass man die höchsten Anforderungen an die Reinheit und Ruhe des optischen Bildes stellt, wie dies bei den feinsten Untersuchungen über sehr kleine Gegenstände auf der Mondoberfläche unumgänglich nothwendig ist. Es ist zwar gewiss, dass an manchen Orten in der Tropenzone die Reinheit und Stille der Luft viel grösser als in unsern nordischen Ländern sei, aber es scheint unzweifelhaft, dass nirgends auf der Erde, etwa die höchsten Berggipfel ausgenommen, die Beschaffenheit der Luft jemals die vortheilhafte Anwendung einer hundert-

Digitized by Google

tausendmaligen Vergrösserung gestatten werde.[155] Indessen ist es möglich, dass wir dereinst Gegenstände auf dem Monde entdecken, die vielleicht nicht den Werken der Natur, sondern der Thätigkeit lebender Wesen beizumessen sind: dies wird die Zukunft lehren. Bis heute wissen wir darüber durchaus Nichts; wenn Phantasten gesehen haben, was sie zu sehen wünschten, so gehören deren Wunderbetrachtungen in das Gebiet der Fabeln, welches zu betreten oder gar zu erweitern dieser Schrift freilich sehr fern liegt. Erwägt man zuletzt, dass die Schwere an der Oberfläche des Mondes 6mal geringer ist als auf der Erde, dass seine Tage und Nächte je 354 Stunden dauern, dass ihm durchaus jede nachweisbare Spur einer Atmosphäre mangelt, so wird man vernünftiger Weise zugestehen müssen, dass die gesammte Einrichtung der Natur auf dem Monde sich in allen Beziehungen gänzlich von der irdischen Natur unterscheide.

Es giebt also viele und mannigfaltig begründete Veranlassungen zu der Frage nach der Bewohnbarkeit der Himmelskörper im Allgemeinen. Diese kann die Wissenschaft in directer Weise nicht beantworten; sie kann nur nachweisen, wo Bedingungen vorhanden sind, die Organismen wie die irdischen zulassen, oder wo sie fehlen. Aber die Frage, ob Menschen, Thiere und Pflanzen auf dem Monde oder auf den Planeten leben, ist schon im Grunde eine verfehlte, weil in den meisten Fällen nicht einmal daran gedacht wird, nach den mehr oder minder bekannten Naturverhältnissen auf jenen Körpern sich zu erkundigen. Es ist ein sehr erfolgloses Unternehmen, die irdischen Organismen aufzuzählen, welche unter dem geringsten Luftdrucke, in der kältesten Temperatur, bei dem völligen Mangel des Lichtes noch gedeihen, um durch diese gewissermassen die Uebergänge zu den Wesen auf dem luftlosen Monde anzudeuten: das heisst, die menschliche Beschränktheit den Werken der Natur und ihrer schöpferischen, Alles belebenden Macht anzudichten, ihr kindische Rathschläge zu ertheilen, wie sie sich helfen könne, wo Lebensbedingungen zu fehlen scheinen, die wir für unsere Existenz mit Recht als nothwendig erachten. Es ist ebenfalls nicht zu billigen, gewisse Principien der Nützlichkeit und der Nothwendigkeit der Natur unterzulegen.

Digitized by Google

Wenn irgend ein irdischer Organismus gewisse Mittel zu seiner Entwicklung und für seine Zwecke erfordert, so ist es nicht nothwendig, dass dieselben Mittel ähnlichen Organismen auf andern Welten zugeschrieben werden. Ein Mittel, um mit der Aussenwelt zu verkehren, ist uns das Sehvermögen; dass Bewohner des Mondes sehen müssen, ist selbst nach irdischen Begriffen nicht als nothwendig zu betrachten, und noch viel weniger, dass sie gewisse vollkommenere Organe besitzen müssen, weil sie, wieder nach menschlicher Auffassung, derselben bedürften.

Wenn wir Analogien aufstellen, und diese stets sorgfältig mit physikalischen oder astronomischen Thatsachen vergleichen, so sind wir wenigstens nach Kräften gegen die Uebergriffe der Phantasie, gegen die Anmaassung kritikloser Erdichtungen gesichert; aber wir dringen dennoch nur wenig weiter vor. Die reiche Schöpfung auf unserer Erde ist doch nur eine vereinzelte Phase des gesammten Naturlebens; wir erheben uns zu dieser Ansicht, um uns des uralten kindlichen Wahnes zu entledigen, nach welchem die Erde als das Hauptstück des Universums betrachtet wird; aber wir gewinnen nur eine grössere Fernsicht, keineswegs irgend welche Einsicht in den allgemeinen Plan, nach welchem die organische Natur ihre zahllosen Formen unter so verschiedenartigen Bedingungen des Lebens darstellt. Es geht uns wie dem Reisenden, der in der Ebene mit Verlangen zu dem hoch ragenden Berggipfel emporschaut. Dort oben angelangt, blickt er über die Länder und über das Heer schwebender Wolken, bis an den fernen Saum des Horizontes, wo in bläulichem Dufte die Himmelsdecke mit der Linie des Meeres sich vereinigt. Je weiter er in die Ferne blickt, desto trüber, zweifelhafter werden die Bilder. Ebenso, wie nach Mädlers Ausdruck, die Weltkörper nicht Exemplare, sondern Individuen sind, möchte man glauben, dass diese abgeschlossene Individualität auch auf die Organismen der einzelnen Himmelskörper sich beziehe, dass diese Lebensformen nicht Nachbildungen, oder durch planetare Verhältnisse modificirte Metamorphosen eines oder mehrerer Urtypen, sondern freie Schöpfungen seien, eigenthümlich, und nur demjenigen Himmelskörper angemessen, den sie bewohnen. Aber es hat daneben den Anschein, als ob innerhalb der Sphäre

Digitized by Google

eines Himmelskörpers, und gewissermaassen abhängig von den Katastrophen, welche dessen Oberfläche im Laufe unermesslicher Zeiträume erlitten, der primitive Charakter der belebten Natur sich verändert habe. In der Vorzeit lebten auf der Erde unter zahlreichen, der Jetztzeit völlig fremden Thieren gewaltige Reptilien, Ungeheuer von ausserordentlichen Gestalten; es wuchsen wunderbare Bäume und Gesträuche, belebt durch Insekten, am Fusse alter, nun erloschener Vulkane. Alles ist untergegangen; die versteinerten Reste jener Geschöpfe geben uns die einzige, aber unzweideutige Kunde ihres einstigen Daseins.[156] Die spätere Welt zeigt keine der alten Thier- und Pflanzenformen; es sind neue entstanden, die in keinem Falle als Product der Zeugung der vorigen Geschöpfe gelten können. Hier stehen wir vor dem dunkelsten Probleme, aber wir ahnen die Machtvollkommenheit der Natur, die periodenweis den Charakter der Organismen eines Planeten ändern kann, ohne sich der uns bekannten gewöhnlichen Metamorphosen zu bedienen; wir schliessen von diesem wiederholten Acte der Schöpfung auf unserer Erde auf ähnliche in andern Regionen des Himmels.

Wohin aber der Blick sich wenden möge, er wird nimmer ganz befriedigt; es ist dem Menschen nicht vergönnt, die Anfänge des Erschaffenen, die dunklen Hieroglyphen zu enträthseln, welche geheimnissvoll das Wirken der Materie, und in ihr und durch sie das letzte und höchste Princip des Universums verhüllen. Möge sich Jeder, gleichviel, ob er selbstständig die Wissenschaft zu fördern berufen ist, oder nur die Früchte, die Resultate derselben hinnimmt, und sich ihres rüstigen lebensvollen Fortschrittes erfreut, damit begnügen, was heut zu Tage errungen ist, hoffend auf eine grössere Zukunft, die dem Streben des Menschen bevorsteht; es preise sich glücklich derjenige, der wünschen kann und hoffen darf, dass unser geistiges Streben nach dem Ende dieses Daseins noch weite unbekannte Bahnen zu durchmessen habe.

Digitized by Google

XXVIII. Ein Tag und eine Nacht auf dem Monde.[157]

Wenn wir uns in Gedanken auf den Mond versetzen, und einen günstigen Standpunkt zur Betrachtung wählen, so wird es, ausgehend von bekannten Thatsachen, nicht schwierig sein, in freier Schilderung ein Bild von den Scenen der Natur auf unserer Nachbarwelt zu entwerfen. Der Ort unserer Beobachtung sei der Gipfel des Centralberges in einem der grössern Crater, welcher, dem Aequator nahe, auch von der Mitte der uns sichtbaren Hemisphäre des Mondes wenig entfernt liegt. Daselbst sei es Nacht zu der Zeit, wenn für die Erde der Neumond eingetreten ist.

Fast im Zenith leuchtet die volle, zwei Grad im Durchmesser grosse Scheibe der Erde; sie sendet eine 13mal grössere Lichtmenge in die Mondnacht herab, als der Vollmond der Erde gewährt.[158] Im Laufe der Stunden zeigt sie bald die buchtenreichen Continente der östlichen Halbkugel, begränzt durch die dunklen Flächen des Oceans; weitverbreitete helle Wolkenmassen,[159] und im weissen Glanze den vom ewigen Schnee und Eise bedeckten Pol, der gerade dem Auge zugewendet ist. Allmälich verschwinden die östlichen Continente der Erde mit zunehmender Verkürzung und Undeutlichkeit am Rande, und in der Mitte der an Licht verringerten Erdscheibe[160] erblicken wir das atlantische Meer, westlich begränzt durch den noch stark verkürzten helleren Saum des amerikanischen Festlandes. So bringt die Rotation der Erde nach und nach die meisten Länder und Meere zum Vorschein. Inzwischen hat das grosse Nachtgestirn sich kaum merklich von dem Zenith entfernt; wie angeheftet verharrt es daselbst, und während im steten regelmässigen Zuge die Gestirne des Thierkreises an ihm vorüberziehen, beginnt die Abnahme seiner kreisförmigen Scheibe, das Sichtbarwerden der durch die Atmosphäre an Licht merklich getrübten Phase. Bis an den Horizont herab strahlen die Sterne im ungeschwächten Glanze; durch den Schein der Erde erlischt weder die Milchstrasse, noch wird die Sichtbarkeit der kleinen Sterne der 6ten Grösse gehindert. Die Constellationen[161] sind ganz, die Oerter der Planeten beinahe dieselben, wie sie von der Erde

gesehen werden, nur erfolgt die scheinbare Drehung des Himmels nicht um den Weltpol der Erde, sondern um einen Punkt im Bilde des Drachen:[162] 29mal langsamer, als für den Astronomen auf der Erde ein Stern am Aequator des Himmels sich vermöge der täglichen Umdrehung (des *primum mobile*) im Fernrohre zu bewegen scheint.[163] Rings um uns her ist die Landschaft hell von dem Lichte am Zenithe des Himmels erleuchtet; es fehlt jeglicher Schatten; wir erkennen den Fuss des Centralberges, den Craterboden und das Wallgebirge, die Nähe und die Ferne in derselben Deutlichkeit, kein Dunst und Nebel trübt die Reinheit des Firmaments, nie erblicken wir bunte Säume oder optische Höfe um die Scheibe der Erde; es erhellt die Nacht weder die Röthe des Nordlichtes, noch der plötzliche Glanz des Blitzes.

Den langsamen Verlauf der Nacht bemerken wir an dem Aufsteigen der Gestirne im Osten, an dem Untergange anderer im Westen; wir können ihn noch genauer erkennen an der mehr und mehr abnehmenden Erde. Siebenmal sehen wir sie ihre Umwälzung vollenden, bis sie von der Kreisgestalt zu der des halben Mondes, des letzten Erdviertels abgenommen hat. Es leuchtet ihre dunkle Hälfte mit schwachem Schimmer: ein aschfarbiger Reflex des Mondlichtes.[164] Schon ist der Anbruch des Tages nahe, aber ihn verkündet kein Morgenroth, kein Erbleichen der Sterne. Nur im Osten hat sich der weisse Schein des Zodiakallichtes senkrecht in hoher schmaler Dreiecksform entwickelt, ein Stellvertreter der Dämmerung zu einer Zeit, in der wegen des verringerten Lichtes der Erde die Nacht an Dunkelheit gewonnen hat.[165] Schattenwerfend strahlt im Osten Venus als Morgenstern; in der Cratertiefe gegen Westen bildet sich in ihrem Glanze deutlich der mächtige Schatten des Centralberges.[166] Vereinzelt erblicken wir am Himmel das einsam hinjagende Meteor mit weisser, bald erlöschender Spur des Schweifes.[167] Vergebens spähen wir nach den Anzeichen des Tages in der Richtung gegen Osten; weder am fernen Horizonte, so weit er durch Thalschluchten erkannt wird,[168] noch über den nahen Bergen schwebt im Morgenlichte rothgesäumtes Cirrusgewölke. Plötzlich erscheinen im Westen kleine, aber helle Lichter; in wenigen Minuten überglänzen sie die grösseren Gestirne in der Richtung gegen Abend; es sind die

höchsten Gipfel des westlichen Craterwalles, die über dem östlichen von den ersten Strahlen des obersten Sonnenrandes getroffen werden.[169] Die leuchtenden Gipfel vergrössern sich, sie vereinigen sich zu schmalen, wellenförmigen, lichtstrahlenden Säumen, und bald ist das ganze Profil vollständig entwickelt; aber des Contrastes wegen wird es uns unmöglich, seinen Zusammenhang mit dem Fusse des Gebirges zu erkennen, der zuvor noch im Scheine der Erde deutlich gesehen werden konnte. Den halben Umfang des westlichen Horizontes umspannend, scheint der von den Strahlen der aufgehenden Sonne grell beleuchtete obere Rand des Craters am dunkeln sternbesäeten Himmel zu schweben. Jetzt gewahren wir über den Bergen im Osten und an der Basis des Zodiakallichtes einen schmalen weissen Saum, das obere Stück eines kleinen Kreises; wir sehen den die Sonne umgebenden Nimbus, der für den Erdbewohner zur Zeit totaler Sonnenfinsternisse um den dunklen Mond in der Gestalt der Corona auftritt. Er nimmt rasch an Breite und Helligkeit zu, ein letzter Bote des neuen Tages; blendend folgt ihm der oberste Punkt des für den Centralberg aufgehenden Sonnenrandes, und ohne Uebergang scheint nach wenigen Secunden der volle Tag angebrochen zu sein.[170]

Nach Verlauf von etwa einer Stunde beleuchtet die ganze Sonnenscheibe den Gipfel unsers Berges, und es projicirt sich sein spitzer Schatten im Westen gegen die Terrassen des Craterwalles. Rings um uns in der Tiefe herrscht undurchdringliche Nacht; gegen Osten ist jede Spur des Gebirges verschwunden.[171] An dem schwarzen Himmel leuchten die helleren Sterne wie zuvor; das Zodiakallicht ist erloschen, die Erde hat die Gestalt der Sichel mit concaver Phase angenommen. In dem gewaltigen für unser Auge kaum erträglichen Contraste zwischen der unermesslichen Lichtmenge, welche das westliche Gebirge reflectirt, und der vollkommenen Finsterniss der beschatteten Tiefe fühlen wir uns isolirt, wie ruhend in einem Ballon; ohne Stütze scheint die glänzende Kuppe unsers Centralberges frei im Raume zu schweben. Je höher die Sonne steigt, desto mehr entwickeln sich die Einzelheiten der uns umgebenden Landschaft. Schon sind alle westlichen Terrassen erhellt, ihre schmalen Thalschluchten mit absolut finstern Schatten erfüllt. Wir

Digitized by Google

erkennen zwischen ihnen Crater der kleinsten Art, und am Fusse der Terrassen treten die Kuppen der tiefliegenden Hügel nach und nach als hellstrahlende Flächen hervor.[172] Im Osten ist der Craterwall nur negativ sichtbar; von Norden durch Osten bis Süden sind durch eine nach oben unregelmässig wellenförmig begränzte Zone von geringer Breite alle aufgehenden Gestirne verdeckt. Nur genau im Osten mag ihre Sichtbarkeit durch die Sonne gehindert werden.[173] Bald dringt das Tageslicht auch in die Mitte der Cratertiefe. Im Westen ist die ganze Landschaft sichtbar, mit Ausnahme der Einzelheiten in tiefen Thälern und in dem Raume, den die meilenlange finstere Kegelgestalt des Schattens vom Centralberge bedeckt.

So treten in der Morgenfrühe die Gebirge fast plötzlich aus der Nacht hervor, nicht aus grauer Dämmerung, nicht aus dampfenden Thalnebeln, sondern ohne Uebergang aus der tiefsten Finsterniss der von Osten her geworfenen Schatten des Gebirges. In dieser Entwicklung aus der langen Nacht zum Lichte, in dieser Morgenscene auf einer fremden Welt, trifft kein Laut unser Ohr.[174] Nicht erweckt dort der neue Tag die uns bekannten Stimmen der Thierwelt, und es regt sich kein Windeshauch in dichtlaubigen Gipfeln der Bäume. Zu dem schwarzen Himmel auf fliegt kein Vogel; den öden Boden schmückt keine Pflanze, belebt kein uns bekanntes Thier. Was ihn deckt an wunderbaren Gestalten, an Lebensformen, kann durch unsere Begriffe nicht gedeutet und verstanden werden. Stumm ist es am Boden wie am Himmel, an dessen dunkler Wölbung in wolkenloser Reinheit die Sonne, die sichelförmige Erde, und viele Sterne leuchten. Vergebens schaut das Auge nach glänzenden Seeflächen, oder zwischen Schluchten des Gebirges hindurch nach dem gränzenlos hingebreiteten finstern Meere, vergebens nach jeglichem Schmucke der Landschaft, der auf der Erde bald durch die Farben und den Formenreichthum der Vegetation, durch Licht und Luft, durch Wolkenform und Wolkenschatten, bald durch den Sturz der Wasser oder durch die Gruppirung schneebedeckter Gipfel über waldbedeckten Abhängen des Gebirges, den Grad unserer Freude und unserer Theilnahme bestimmt.

Nicht mögen wir hoffen, tief unten im Grunde des Craters Neues zu finden. Wir fühlen im Herabsteigen die viel geringere

Digitized by Google

Wirkung der Schwere, und in dem Maasse, wie Anstrengung und Ermüdung vermindert erscheinen, schwindet auch die Furcht vor Gefahr und das Grauen bei dem Blicke in nahe Abgründe am Rande steiler Felsenwände. Ungeheure Blöcke sehen wir vor unserer gewöhnlichen Kraftanstrengung weichen; ihrem Sturze folgt kein Getöse, es hallt kein Echo von den Bergen zurück. Wir erreichen die Tiefe, wo kein Feuer brennt und keine Lava fliesst; auch hier suchen wir vergebens nach bekannten für unsere Vorstellungen fasslichen Formen. Wo der Boden eben und auffallend dunkel gefärbt ist, wo der Reflex der Sonnenstrahlen von den nahen Bergwänden die Wärme steigert, überrascht uns nirgends eine irdische Pflanzenform; weder hohe Palmen noch düstere Aloë beleben dort das trockene lichtstrahlende Gestein. Was wir nahe oder ferne in Bewegung sehen, einzelne Körper oder Gruppen derselben, bleibt unverständlich, und es fehlt uns wegen Ungleichheit der Sinnesorgane jedes Mittel, uns denselben verständlich zu machen, und ihre Aufmerksamkeit aus der Ferne zu erregen.[175]

Unter solchen Betrachtungen mögen uns an jenem Tage auf dem Monde viele Stunden des langen Vormittags verfliessen. Es naht der Mittag, der Durchgang der Sonne durch das Zenith und durch den Meridian. Der Sonne sehr nahe, ist von der Erde nur noch die feinste Sichel mit Mühe zu erkennen. Noch wenige Stunden sind abzuwarten, bis der dunkle Erdkörper vor die Sonne zu treten scheint, und zuletzt das grosse Schauspiel einer totalen Finsterniss verursacht. An der Stelle, wo beide Scheiben sich berühren, trübt sich der Rand der Sonne, und bald gewahren wir den flach gekrümmten Rand der dunklen Erde, welche in stetem Fortrücken mehr und mehr das Licht des Tages verringert. Nach Verlauf einer Stunde ist von der Sonne nur noch ein kurzes sichelförmiges Stück übrig geblieben;[176] es nimmt rasch an Grösse ab, und ehe dies verschwindet, sehen wir westlich in der Richtung, die der Schattenkegel der Erde befolgt, alle Berge sich verschleiern und des Contrastes wegen erlöschen.[177] Mit dem Verschwinden des letzten Sonnenstrahles ist die tiefste Nacht eingetreten; mehr als je ist das Himmelsgewölbe mit unzähligen nicht funkelnden Sternen besäet.[178] Im Zenithe, um die Mittagszeit, ist die Sonne

Digitized by Google

erloschen; die mächtige negativ sichtbare schwarze Kreisgestalt der Erde zeigt sich umgeben von einem breiten und glänzenden Lichtschimmer, bewirkt durch die Atmosphäre und durch die äusserste Lichtumhüllung der Sonne, dessen feurige Gluth ringsum die Gebirge mit rothem Scheine erleuchtet, ähnlich einer Winterlandschaft in dem Reflexe des farben- und gestaltenreichen Polarlichtes.[179] Langsam ändert sich im Laufe einer Stunde die Intensität des die Erde umgebenden Nimbus, in dessen naher Umgebung mit Leichtigkeit die Sterne erkannt werden,[180] und bald verräth der grössere Glanz an einer Stelle den Ort, wo der erste Strahl der Sonne wieder hervorblitzen wird. Indem wir diesen Augenblick erwarten, schimmern fern im Westen die Gipfel der Berge mit bläulichem Lichte,[181] und nach wenigen Secunden hat die Finsterniss und die Pracht des Schauspiels ihr Ende erreicht. Langsam verschwindet der schimmernde Saum um die Erde,[182] und im Osten werden die Berge von dem Schleier des Schattens enthüllt; es verschwinden auch die kleinsten Sterne, und nachdem die Sonne ihre kreisförmige Gestalt wieder angenommen hat, erblicken wir, östlich von ihr, einige Stunden später die feine zunehmende Sichelgestalt der Erde.

In dem siebentägigen Nachmittage sehen wir die Sonne sich mehr und mehr gegen Westen von der im Zenith verharrenden, zunehmenden Sichelgestalt der Erde entfernen; rings um uns treten schwarze Flecken in der Landschaft auf, die ersten kurzen Schatten, und die blendende Einförmigkeit unserer Umgebung erreicht bald das merkwürdige Aussehen der Morgenlandschaft, indem durch die vollkommene Finsterniss der Schatten die noch beleuchteten Bergmassen mehr und mehr inselartig getrennt erscheinen. Das ganze westliche Wallgebirge löst sich in glänzende Flächen auf, und nur die obern Säume der höchsten Terrasse strahlen noch in der Gestalt eines unregelmässig gekrümmten Goldstreifens, der langsam in einzelne Stücke sich trennend, zuletzt in zahlreichen Lichtpunkten verschwindet. Schon reicht der Schatten des Westwalles bis zur Mitte des Craters, und der Schatten des Centralberges beginnt an den östlichen Terrassen emporzusteigen. In dem Augenblicke, da für unsern Anblick auf der Höhe des Berges der obere Sonnenrand

Digitized by Google

westlich am Gebirge untergeht, sind wir rings von Nacht umgeben, und sehen weder die Masse, die uns trägt, noch die Tiefe, aus welcher sie aufragt; den ganzen östlichen Horizont umspannt der beleuchtete obere Craterwall; je mehr er an Breite abnimmt, desto mehr zerfällt er in einzelne glänzende Flecken; zuletzt flammen im Osten nur noch die höchsten Gipfel wie grosse Sterne; auch sie verschwinden, langsam an Grösse und Helligkeit abnehmend. Die Nacht hat begonnen; die Erde ist wieder halb beleuchtet und das Heer der Gestirne in vollem Glanze über uns ausgebreitet.

So der Traum von einem Tage und einer Nacht auf dem Monde, von dem erwachend man fühlt, dass seine einfache und würdige Darstellung nicht ohne erhebende Anregung und einige Belehrung sei. Märchen aber und Fabeln vom Monde erzähle ein Anderer.

Digitized by Google

Anmerkungen.

1. [Seite 1.] Der Mond nach seinen kosmischen und individuellen Verhältnissen, oder allgemeine vergleichende Selenographie, mit besonderer Beziehung auf die von den Verfassern herausgegebene ***Mappa Selenographica*** von W. Beer und Dr. J. H. Mädler. Berlin 1837.

2. [Seite 4.] Mädler a. a. O. p. 1 bis 24 enthält eine gemeinfassliche Erklärung der Mondbewegung, die auch in der „populären Astronomie“ desselben Verfassers oder in vielen ähnlichen Werken nachgelesen werden kann.

3. [Seite 4.] Diese Tafel ist dem Mädler'schen Werke entnommen, wo sie p. 48, vollständiger, von 10 zu 10 Secunden der Parallaxe, aus geführt ist. Eine geographische Meile ist gleich dem 15ten Theile eines Aequatorialgrades der Erde.

1 geogr. Meile	= 22842,55 Par. Fuss,
	= 3807,09 Toisen,
1 Toise	= 6 Par. Fuss,
	= 1,94904 Mètres,
	= 6,39459 engl. Fuss,
	= 6,21002 rhein. Fuss,
	= 0,97312 Wiener Klafter.

4. [Seite 5.] ***On new tables of the Moons parallax by*** J. C. Adams ***M. A.*** im ***Nautical Almanac*** 1856 und in Enckes Jahrbuch 1856 p. 301 ff. Es heisst daselbst mit Adams Worten p. 305: „Aus dem Werthe „der Nutationsconstante von Herrn Peters folgt der Werth des Verhältnisses „der Mondmasse zur Erdmasse = 1 : 81,5 nahe. Wendet man dieses „Verhältniss an, und verbindet es mit den Dimensionen der Erde nach „Bessel, und der Länge des Secundenpendels unter der Breite von $35^1/_4{}^0$, „welche in Bailys Bericht aus den Forster'schen Pendelversuchen abge- „leitet ist, so finde ich den Werth der Constante der Parallaxe = 3422″325. „Nun aber hat Henderson in dem Aufsatze (10. Band d. ***Memoirs of the*** „***Royal Astronomical Society***) den Werth dieser Constante aus der Ver- „gleichung mit Damoiseaus Tafeln zu 3422″46 gefunden. Indessen muss „man bemerken, dass das, was in den Tafeln Parallaxe genannt wird, im „strengeren Sinne der Sinus der Parallaxe in Secunden ausgedrückt ist. „Henderson hat bei seinen Rechnungen angenommen, die Tafelwerthe „bedeuten die Parallaxe selbst, so dass der gefundene Werth noch um

Digitized by Google

„0″15 vermindert werden muss, um die Constante des Sinus der Parallaxe „zu erhalten. Der hiernach abgeleitete Werth ist dann = 3422″31, „ein Resultat, das mit der Theorie auf eine wahrhaft bewundernswürdige „Weise übereinstimmt.“ — Es sind also die beiden, aus der Theorie und aus der Beobachtung ermittelten Werthe der Parallaxe nur um 0″015 verschieden, und wollte man, was übrigens nicht genau ist, diese Differenz als die noch übrige mittlere Unsicherheit der Parallaxe betrachten, so würde dieselbe in der mittleren Entfernung des Mondes von der Erde nur 0,2265 Meilen oder 862 Toisen betragen: eine Grösse, die viel geringer ist, als die Höhe vieler Mondgebirge. Nach dem Mittelwerthe der Parallaxe = 57′ 2″32 ist die mittlere Entfernung des Mondes sehr nahe 51800 Meilen.

5. [Seite 5.] Vergleichungen findet man bei Mädler. a. a. O. p. 5.

6. [Seite 5.] Der mittlere scheinbare Halbmesser des Mondes ist
nach Burkhardt = 15′ 31″95 aus Meridianbeobachtungen gefolgert,
nach Ferrer = 15′ 31″68 aus Sonnenfinsternissen und Sternbedeckungen abgeleitet.

Aus seinen Königsberger Heliometermessungen findet Dr. M. Wichmann eine Vergrösserung des Burkhardt'schen Mondradius von + 1″06, den Halbmesser also = 15′ 33″01. Man findet diese Angabe in der wichtigen Abhandlung Wichmanns über die physische Libration in Schumachers Astron. Nachr. Nr. 619. 621. 628. 630 und 631.

7. [Seite 6.] Diese Zahlen sind einer vollständigen, aber nur beiläufig berechneten Tafel Tobias Mayers entnommen: Kosmographische Nachrichten und Sammlungen auf das Jahr 1749. IV. Abschnitt.

8. [Seite 8.] Die scheinbare Vergrösserung der Sonne und des Mondes scheint eben so sehr auf Täuschung zu beruhen, als der Umstand, dass wir sehr entfernte, namentlich steile Berge höher schätzen, als sie sind. Durch die Wirkung der Luftperspective glaubt man den Berg entfernter, und bei einer unsichern Vorstellung von seinen wahren Dimensionen überschätzen wir auch diese. — Als ich zuerst von Bern aus gegen Süden die Hochgipfel des Eisgebirges sah, glaubte ich, getäuscht durch die Grossartigkeit des Anblickes, den höchsten Bergen Elevationen von wenigstens 5 bis 6 Graden zuschreiben zu dürfen. Allein, wenn ich die Seehöhe von Bern = nahe 300 Toisen, die relativen Höhen einiger Schneegipfel nach G. Studer, und die Entfernungen derselben von Bern nach einer grössern Charte annehme, so finde ich, ohne Rücksicht auf Refraction, folgende Winkel:

Scheinbare Höhen der Berge über dem Horizonte von Bern gesehen:

Jungfrau . . .	=	3°	27
Eiger	=	3	24
Finsteraarhorn .	=	3	6
Schreckhorn . .	=	3	11
Wetterhorn . .	=	2	56

Digitized by Google

Höchst imposant erschienen mir auf der Lissa hora in den Beskiden die Gipfel des Tatra-Gebirges. Die Rechnung zeigt aber, dass selbst die Elevation der gegen 1500 Toisen hohen Lomnitzer Spitze über meinem Horizonte nur etwa 35 Bogenminuten betrug. — Vergl. die Notiz A. v. Humboldts über die Elevation des Tolima von S. Fé de Bogota gesehen: Kleinere Schriften Bd. I. p. 108 und 109.

9. [Seite 8.] Genauer ausgedrückt ist die von Lindenau bestimmte Mondmasse $= {}^1/_{87,73}$. Nach den Untersuchungen von Peters folgt sie $= {}^1/_{81,5}$.

10. [Seite 8.] Setzt man die Mondmasse $= {}^1/_{81,5}$, so wird die mittlere Dichtigkeit des Mondes = 0,60429, wenn die der Erde = 1. Die Dichtigkeit der Gesammtmasse der Erde hat man im Mittel durch verschiedene Methoden zu bestimmen gesucht. Man findet eine Uebersicht in der vortrefflichen Geognosie Naumanns Bd. I. p. 32 ff. Hier kann eine nähere Erläuterung nicht gegeben werden, und es folgen nur die bis jetzt bekannten Zahlen in folgender Zusammenstellung:

Setzt man die mittlere Dichtigkeit des reinen Wassers = 1, so ist die der Erdmasse:

= 4,713	nach den Beobachtungen von Masquelyne und Hutton 1774 bis 1776 am Berge Shehallion in Pertshire. (Berechnung von Ed. Schmidt: Lehrbuch d. math. u. phys. Geogr. Bd. II. p. 479.)
= 4,837	nach Carlinis Pendelbeobachtungen auf dem Mont Cenis 1824, ebenfalls neu berechnet von E. Schmidt.
= 5,52	nach Cavendisus Beobachtungen 1797 mit der Drehwage.
= 5,4383	nach Reichs Beobachtungen mit der Drehwage 1837 zu Freiberg. (Naumann Bd. I. p. 38 und Kosmos Bd. III. p. 446.)
= 5,67	nach den Untersuchungen Bailys.

Nimmt man, wie von Vielen geschieht, Reichs Zahl = 5,4383 als die genaueste an, und behält man die Mondmasse ${}^1/_{81,5}$ bei, so ist:

Dichtigkeit der Erde	= 1,00000 oder	= 5,44	wenn die Dichtigkeit des reinen Wassers als Einheit genommen wird.
„ des Mondes	= 0,60429 „	= 3,28	

Die mittlere Dichtigkeit an der Erdoberfläche kann man (Naumann Bd. I. p. 39) = 2,5 annehmen, also die Hälfte von der allgemeinen Dichtigkeit der Erde; wendet man dies Verhältniss auf den Mond an, so bleibt für dessen Oberfläche etwa 1,5. Materien von der Dichtigkeit nahe = 2,5 (die des Wassers = 1 gesetzt) sind z. B. Bergkrystall (2,65), Bittererde (2,30), weisses Glas (2,30), Gyps (2,32), Kali (2,66), carrarischer Marmor (2,73), Natron (2,80), Sandstein (2,40) etc. Die Dichtigkeit = 1,5 ist grösser als die des Bernsteins, des Eichenholzes u. s. w., aber kleiner als die des Elfenbeines, des Graphits, des Schwefels etc.

Unter Anwendung der Mondmasse ${}^1/_{81,5}$ ist die an der Oberfläche des Mondes stattfindende Schwere = 0,16528 = ${}^1/_{6,05}$ von derjenigen Schwere, welche bewirkt, dass auf der Erdoberfläche ein fester Körper im luftleeren Raum 15,11 Par. Fuss in der ersten Secunde fallend zurück-

Digitized by Google

legt. Für den Mond ist diese Fallhöhe also = 2,49 Par. Fuss. (Die Angabe im Text bezieht sich auf die Mondmasse = $^1/_{88}$.) — Mit Recht bemerkt Mädler, dass für die Verhältnisse menschlicher Kräfte, falls diese in jeder Beziehung unverändert auf dem Monde wirksam werden könnten, alle ausgeführten Bewegungen in horizontaler und verticaler Richtung über 6mal leichter und gefahrloser als auf der Erde sein würden.

11. [Seite 8.] Die directe Beobachtung giebt keine Abplattung des Mondes zu erkennen. Alle genauern Beobachtungen seit T. Mayer führen zu dem Schlusse, dass eine erkennbare Abplattung nicht stattfinde. Man sieht dies aus den drei folgenden Beobachtungsreihen, von denen ich die erstere nur deshalb aufführe, um zu zeigen, mit welcher Uebereinstimmung sich vor mehr als 100 Jahren ein ausgezeichneter Astronom begnügen musste.

Mayer maass mikrometrisch den Durchmesser um die Zeit des Vollmondes; er fand z. B. (Kosmogr. Nachr. V. Abschnitt) die Abweichungen vom mittlern Resultat:

in	der	1sten	Beobachtung	=	— 1″
„	„	2ten	„		+ 12
„	„	3ten	„		+ 6
„	„	4ten	„		+ 7
„	„	5ten	„		— 3
„	„	6ten	„		+ 11
„	„	7ten	„		— 11

Er schloss daraus, indem er diese Abweichungen als Beobachtungsfehler betrachtete, dass eine Abplattung nicht merklich sei.

Bessel maass mit dem Königsberger Heliometer 2mal den Monddurchmesser zur Zeit totaler Finsternisse, wenn keine merkliche Phase stattfindet. Er maass in ganz verschiedenen Richtungen. Die Abweichungen der einzelnen Beobachtungen vom Mittel, geordnet nach den Positionswinkeln, unter welchen die Durchmesser beobachtet wurden, sind folgende: (Astr. Nachr. Nr. 263 und Mädler p. 10 Anm.)

				1830 Sept. 2.	1833 Dec. 26.
bei	0°	Abweichung	=	+ 0″46	+ 0″09
„	30	„		— 0 08	+ 0 05
„	60	„		+ 0 14	+ 0 10
„	90	„		— 0 41	— 0 22
„	120	„		— 0 21	+ 0 15
„	150	„		+ 0 12	— 0 16

Bessel schloss aus diesen Abweichungen, dass der Umfang des Mondes sehr nahe kreisförmig sein müsse.

Auf dem Wege der Theorie ist man indessen zu dem Resultate gekommen, dass der Mond in doppelter Rücksicht eine geringe Abweichung von der reinen Kugelgestalt zeigen müsse, und zwar:

1. eine Polarabplattung wegen der, wenngleich sehr langsamen Rotation;

Digitized by Google

2. eine äquatoriale Anschwellung der diesseitigen Halbkugel, bewirkt durch die Gravitation der Erde.

Mit der Bestimmung beider Anomalien beschäftigte sich schon Tob. Mayer, und gab sein Resultat in einer gründlichen Abhandlung im III. Abschnitte der kosmogr. Nachrichten für das Jahr 1748. Indem er nach Newton das Verhältniss der Dichtigkeiten von Erde und Mond = 4 : 5 setzt, findet er, dass die Drehungsaxe des Mondes sich zum Durchmesser seines Aequators verhalte wie 215770 : 215771, oder der Aequator ist = $^1/_{215770}$ grösser, d. h. etwa um 4,1 Toisen. Da nun aber die Dichtigkeit des Mondes geringer ist, als Newton annahm, so findet man die Polarabplattung, wenn man die Dichtigkeiten von Erde und Mond = 5,46 und 3,07 annimmt = 9,2 Toisen. Hiernach ist es unmöglich, auf praktischem Wege die Abplattung zu messen, da aus der mittleren Entfernung des Mondes gesehen, 4,1 Toisen nur 0''0043 und 9,2 Toisen etwa = 0''0096 gross erscheinen. Eine Toise erscheint uns in der mittlern Entfernung des Mondes unter dem Winkel von 0''001046.

Mayer berechnet ferner, dass die uns zugewendete Seite des Mondes am Aequator eine Anschwellung von $^1/_{72000}$ des Radius oder 12,37 Toisen haben müsse. Man begreift, dass eine geringere Zahl für die Dichtigkeit des Mondes, als jene, welche Mayer annahm, ein grösseres Resultat für jene Anschwellung ergeben werde, die nach Andern = etwa 167 Toisen gesetzt wird. (Mädler populäre Astronomie. 1841. p. 168.) Dass aber diese Untersuchung bisher keineswegs erschöpfend behandelt war, ersieht man aus einem wichtigen Briefe Hansens an Airy (*Roy. Astr. Soc.* Vol. XV. 1854 Nov. 10. Nr. 1), worin dieser hochberühmte Astronom über seine die Mondtheorie betreffenden Arbeiten Bericht erstattet. Obgleich mir das Detail derselben völlig unbekannt ist, darf ich nicht unterlassen, ein überaus merkwürdiges, wenn auch noch nicht ganz sicher begründetes Resultat mitzutheilen. Hansen findet, dass der Schwerpunkt des Mondes von dem geometrischen Mittelpunkte der Figur des Mondes 59000 Meter oder 8 geographische Meilen entfernt, und der letztere der unserer Erde am nächsten liegende sei. Da nun eine Mondatmosphäre, wenn sie existirt, sich concentrisch um den Schwerpunkt lagern muss, oder um den Theil der Mondoberfläche, welcher dem Schwerpunkte am nächsten ist, so würde folgen, dass eine Mondluft nur auf der uns stets unsichtbaren Hemisphäre des Mondes zu erwarten wäre, dass mithin alles durch solche Atmosphäre bedingte organische Leben des Mondes nie von uns wahrgenommen werden könnte.

12. [Seite 10.] Mädler a. a. O. p. 13 ff. wo eine sehr umständliche, durch Zeichnungen erläuterte Erklärung der Libration zu finden ist. In dem interessanten Aufsatze Mädlers: „über die jenseitige Halbkugel des Mondes“ (Beiträge zur physischen Kenntniss der Himmelskörper. Weimar 1841. p. 3) sind die Wirkungen der Libration numerisch genau erörtert worden.

13. [Seite 10.] In der Anm. 6 schon citirten Arbeit Wichmanns über die physische Libration heisst es (Astr. Nachr. Nr. 631 p. 107):

Digitized by Google

„Die physische Libration, d. h. die Glieder von kurzer Periode, kann nur äusserst gering sein, so dass ihre Wirkung von der Erde aus gesehen, jedenfalls weniger als 3″, wahrscheinlich noch nicht 2″ beträgt u. s. w." — (Vergl. Mädler Astronomie p. 170.)

14. [Seite 10.] Die Neigung des Mondäquators gegen die Ecliptik fand Cassini aus seinen Beobachtungen = 2° 30′ (Mädler p. 11. der Selenographie). Mayer setzte sie = 1° 29′, und zwar zog er dies Resultat aus den mehrfach wiederholten Messungen der Mondberge Manilius Dionysius und Censorinus. Er nennt α diese Neigung, β die selenographische Breite des Berges, und ϑ den aufsteigenden Knoten (☊) des Mondäquators in der Ecliptik. Im 13ten Abschn. der kosmogr. Nachrichten für 1748 findet er:

für Manilius:	α = 1° 29·9	ϑ = − 3° 45′	β = + 14° 33′
„ Dionysius	= 1 31 5	= − 0 31	= + 2 55
„ Censorinus	= 1 18 0	= + 17 30	= + 0 3

Für die Beobachtungen des Manilius schätzt Mayer den wahrscheinlichen Fehler in $\alpha = \pm$ 1′25, in $\vartheta = \pm$ 1°. Er entscheidet sich zuletzt für α = 1° 29′ und schliesst wegen ϑ, dass wahrscheinlich der ☊ des Mondäquators mit dem ☋ der Mondbahn zusammenfalle.

Die Untersuchungen von Nicollet und Bouvard (Mädler a. a. O. p. 11) ergeben die Neigung des Mondäquators = 1° 28′ 47″, die höchst genauen Heliometermessungen Wichmanns dagegen 1° 32′ 9″ (Astr. Nachr. Nr. 631 p. 97). Erstere wählten für ihre Messungen die Centralhöhe des Ringgebirges Manilius, dieser wählte den Crater Mösting *A*. Bei Gelegenheit der von ihm gefundenen Neigung = 1° 32′ 9″ sagt Wichmann, indem er dieselbe mit dem Nicollet'schen Werthe = 1° 28′ 47″ vergleicht: „es bleibt unentschieden, ob die nicht unbe„trächtliche Differenz beider Werthe lediglich in der Ungenauigkeit der„selben begründet, oder etwa der Einfluss einer Libration von langer „Periode ist."

15. [Seite 11.] Eine sehr gründliche, durch Zeichnungen erläuterte Erklärung über die Lage des Mondäquators giebt Lambert im Berliner Jahrbuch für 1776.

16. [Seite 12.] Joannis Hevelii *Selenographia seu descriptio lunae etc.* Danzig 1647. In diesem grossen Werke befinden sich 2 Vollmonds- und 2 topographische Hauptcharten, ausserdem noch 40 etwa 8 Zoll grosse Abbildungen, welche den Phasenwechsel des Mondes und die verschiedenartige Sichtbarkeit der Gebirge darstellen.

17. [Seite 12.] Hevel sagt in der Selenographie p. 151: *„Concludo „igitur, superficiem lunae clare illuminatam esse terram, maculas autem „obscuriores majores esse aquas, prout quoque Kepplerus, siderali scientia „clarissimus, in dissertatione sua cum Nuncio Sidereo p. 29 concedit, „inquiens: do maculas esse maria, do lucidas partes esse terram."* —

Digitized by Google

Indessen scheint aus andern Stellen der Selenographie hervorzugehen, dass Hevel doch nicht völlig von der oceanischen Beschaffenheit der grauen Flecken überzeugt war, z. B. p. 149 ibid.

Nicht ohne Verwunderung liest man in der Selenographie, mit welcher Sorgfalt und Geduld Hevel (Cap. VI.) seinen Zeitgenossen klar zu machen sucht, weshalb man zu der Annahme berechtigt sei, der Mond habe Berge und Thäler, weshalb er kein Spiegel sein könne, der Theile der Erdoberfläche reflectire. Er hatte zu jener Zeit nicht nur das noch bedeutende Ansehen der peripatetischen Philosophen, sondern auch die unmathematischen Einwürfe eines Claramontius Aguilonius und Bettinus zu bekämpfen, ehe er, nachdem er mit seinen Gegenbeweisen viele Folioseiten erfüllte, zur Sache selbst gelangte. Namentlich macht ihm die *Opinio Scipionis* Claramontii, *mathematicorum omnium, philosophiae peripateticae in quibusdam sese opponentium, jurati inimici*, und die des Bettinus *(imprimis doctissimus Pater* Maria Bettinus, *vehemens peripateticus)* viel zu schaffen.

18. [Seite 12.] Lohrmann und Mädler sind darin seit Schröter dem Riccioli gefolgt. Mit Recht hebt Mädler hervor, dass es nur dem Selenographen, der selbst beobachtet, der die Mittel und die Fähigkeit hat, in dieser Richtung der Wissenschaft selbstständig zu nützen, allein gestattet sei, von der Anwendung neuer Namen Gebrauch zu machen. Stünde Jedem das Recht zu, nach seinem Ermessen den Mondbergen Namen beizulegen, so würde nicht nur in der Nomenclatur eine heillose Verwirrung entstehen, sondern es würde der Eitelkeit und der Schmeichelei namentlich derjenigen eine neue Bahn eröffnet werden, welche etwa den Wahn hegen, allein durch Erfindung von Namen der Selenographie einen Dienst zu erweisen.

19. [Seite 12.] Tob. Mayer hat die Herausgabe seiner trefflichen Charte nicht mehr erlebt; sie wurde später durch Lichtenberg besorgt. Indessen findet sich von ihr eine sehr getreue Copie in Schröters selenographischen Fragmenten Bd. I. Sie ist häufig nachgezeichnet worden. Gut ist diejenige, welche Benzenberg seinem grössern Werke über Sternschnuppen beigefügt hat. Gruithuisens Charte, welche die Mayersche zur Grundlage haben soll, ist gewiss keine Verbesserung dieser, wohl aber das Gegentheil davon.

20. [Seite 13.] J. H. Schröter, Selenotopographische Fragmente etc. Bd. I. (mit 43 Kupfertafeln und 676 Druckseiten.) 1791. — Bd. II. (mit 32 Kupfertafeln und 565 Druckseiten.) 1802.

21. [Seite 13.] Beobachtungen von Kunowsky, Köhler und Gruithuisen finden sich häufig in Bodes Berliner Jahrbüchern.

22. [Seite 13.] W. H. Lohrmann, Topographie der sichtbaren Mondoberfläche I. Abth. 1824. — Eine Generalcharte der Lohrmann'schen Beobachtungen, ein Meisterwerk der Lithographie des Conducteurs Wilhelm Werner in Dresden ist ebenfalls bei dem Verleger des vorliegenden

Digitized by Google

Schriftchens erschienen. Versuche sind im Gange, neben dem reichen topographischen Material und unbeschadet desselben, durch Farbendruck auf ihr zugleich das Aussehen des Mondes in voller Beleuchtung darzustellen.

23. [Seite 13.] Der Titel des grossen Werkes von Beer und Mädler ist schon in Anm. 1 gegeben. Es hat 412 Druckseiten und 5 lithographirte Tafeln. Der erste Quadrant der Hauptcharte erschien im Jahre 1834 unter dem Titel: *Mappa Selenographica, totam lunae hemisphaeriam visibilem complectens, observationibus propriis*, und ist dem Könige von Dänemark, Frederik VI., zugeeignet. Später hat Mädler noch eine kleinere Generalcharte und die Darstellung einzelner Mondlandschaften herausgegeben.

24. [Seite 18.] Derselbe Künstler Berkowsky lieferte zwei wichtige kleine Daguerreotype der totalen Sonnenfinsterniss vom 28. Juli 1851, die ich damals bei meiner Anwesenheit in Königsberg mehrfach zu sehen Gelegenheit hatte. Das eine Bild zeigt in vollkommener Deutlichkeit die Corona der total verfinsterten Sonne, und am Rande des schwarzen Mondes einige der rothen Protuberanzen. Während der Fixirung des zweiten Bildes trat das erste Licht der Sonne wieder hervor. Man sieht auf dem Bilde die kurze Sonnensichel, Spuren der Corona, und einen das Ganze überziehenden feinen nebelartigen Hauch.

25. [Seite 19.] Kosmos Bd. III. p. 505.

26. [Seite 19.] Astr. Nachr. XVI. 61.

27. [Seite 20.] Ueber das Bonner Mondrelief habe ich bei Gelegenheit der öffentlichen Ausstellung desselben in einigen Städten der Rheinprovinz und in Hamburg drei kleine Berichte drucken lassen. Diese sind:

1. „Das Relief der sichtbaren Halbkugel des Mondes. Olmütz 1854 Febr. 15, gedruckt in Bonn.
2. „Mittheilung über ein die Gebirge des Mondes plastisch darstellendes Werk. Olmütz 1854 Juli 10, gedruckt in Hamburg.
3. „Ein ähnlicher Bericht nebst Zeichnung in der Leipziger illustrirten Zeitung Nr. 589 vom 14. October 1854.

28. [Seite 22.] Lambert giebt (Bodes Jahrbuch für 1776 p. 151) nur ganze Grade. Daselbst sind p. 152 die Zeichen der Breite für Tycho, Kepler, Aristarch und Heraclides falsch gedruckt.

29. [Seite 22.] Lohrmanns auf 4 Sectionen seiner Charte bezügliche Messungen finden sich in dem schon erwähnten Werke p. I. ff. Anhang. Der grösste Theil derselben, gegenwärtig in Verwahrung des Geh. Finanzrathes Opelt in Dresden, der einen so rühmlichen Antheil an den Arbeiten Lohrmanns hat, wird später von mir veröffentlicht werden.

30. [Seite 22.] Mädlers selenographische Ortsbestimmungen finden sich a. a. O. p. 69 ff. Es sind ihrer im Ganzen 92; jede stellt ein Mittel aus 8—11 Beobachtungen dar. Diese Hauptmessungen bezeichnet Mädler als „Fixpunkte erster Ordnung“. Durch Verbindung dieser (vermittelst

Digitized by Google

Dreiecke) mit benachbarten andern Punkten, sind sehr viele „Fixpunkte zweiter Ordnung“ mit grosser Genauigkeit bestimmt worden.

31. [Seite 22.] Astr. Nachr. Nr. 631 p. 103.

32. [Seite 22.] Die 27 Beobachtungen finden sich nebst den Einzelwerthen für Dionysius und Censorinus in den Kosmogr. Nachr. und Sammlungen für 1748.

33. [Seite 22.] Nach Lohrmann p. 93 stehen Bouvards Beobachtungen des Manilius in der *Connaissance des tems* 1822, die von Nicollet in der *Conn. d. tems* 1823.

34. [Seite 23.] 1° des Mondäquators ist = 4,088 geog. Meilen, 1' (Bogen) also = 0,06813 Meilen = 259,386 Toisen = 1556,3 Pariser Fuss. In der Mitte der Mondscheibe sehen wir einen Grad des Mondäquators unter dem Winkel von 16". Es ist selbstverständlich, dass gegen die Mondränder hin die Fehler der selenographischen Ortsbestimmungen sich im Verhältnisse der Secanten der Länge und der Breite vergrössern.

35. [Seite 24.] Von der Uebereinstimmung der Längen- und Breitenbestimmungen auf See, wenn solche von nautisch gebildeten tüchtigen Capitänen angestellt wurden, überzeugt man sich an vielen Stellen in dem Werke des Admirals Krusenstern, worin dieser seine denkwürdige Erdumseglung beschreibt. A. v. Humboldts genaue Längenbestimmung der Stadt Quito zeigt gegen frühere Beobachtungen eine Differenz von ³/₄ Grad; dies sind Beobachtungen auf dem Lande. Vergl. A. v. Humboldts Kleinere Schriften. Ausgabe von 1853. Bd. I. p. 31.

36. [Seite 24.] Die Zeit, welche zwischen dem Aufgange des obern und untern Sonnenrandes verfliesst, ist für den Aequator des Mondes ungefähr eine Stunde.

37. [Seite 25.] Man sieht dies am besten bei zunehmender Phase an den Alpen, dem Caucasus und den Apenninen; am Caucasus auch kurz vor dem letzten Viertel, wenn die Schatten westwärts durch das Mare Serenitatis streichen. Im hohen Grade prachtvoll ist der Schattenwurf des östlichen Gränzgebirges vom Mare Crisium, einige Tage nach dem Vollmonde.

38. [Seite 25.] Vorzügliche Beispiele sind: Copernicus, Tycho, Theophilus, und namentlich der Sonnenaufgang über der Fläche des Clavius überbietet an Schönheit vielleicht jede andere Scene, die wir von der Erde aus am Monde beobachten können.

39. [Seite 25.] Z. B. Clavius, Maurolycus, Petavius etc. Uebrigens sind diese Verhältnisse von Mädler längst in grosser und fast erschöpfender Genauigkeit ermittelt und ausgesprochen worden.

40. [Seite 27.] Ich sah dies einigemal im Copernicus, Theophilus, Zach und Sacrobosco.

Digitized by Google

41. [Seite 27.] Hiervon kann man sich überzeugen, wenn man aus gehöriger Entfernung den Schatten einer Gartenmauer oder eines Thores, wenn solche mit dicht nebeneinander stehenden Eisenspitzen besetzt sind, aus der Höhe betrachtet. Man wird den Schattenrand verwaschen finden, weil man die Schatten der Spitzen einzeln nicht unterscheidet. Im grossartigen Maassstabe und hoher Schönheit sah ich dies auf der Wengernalp, als zahlreiche Eistrümmer und dicht nebeneinander aufragende Felsfragmente ihre Schatten gegen die blendenden Firngehänge des Silberhorns und auf den grossen Guggigletscher projicirten. Mit freiem Auge betrachtet erschien an dieser Stelle der sonst so reine Schatten des Gebirgskammes sehr verwaschen, aber schon mit Hülfe eines gewöhnlichen Augenglases erkannte ich die schmalen scharfgezeichneten, und wegen der geneigten Flächen 20 bis 50 Toisen langen Schatten und ihre hellen Zwischenräume in völliger Deutlichkeit. — Auf der Erde ist eine Durchlöcherung hoher Gebirgskämme, so dass die Sonne an sehr vielen Stellen zugleich hindurchscheinen kann, so viel ich weiss, nicht bekannt; aber Beispiele im Kleinen giebt es mehrere, so z. B. der südamerikanische Silberberg Gualgayoc, (Humboldts Ansichten der Natur. Bd. II. „Das Hochland von Caxamarca"); die Oeffnungen *(Ventanillas)* am Guagua-Pichincha bei Quito (A. v. Humboldts Kleinere Schriften. Ausg. 1853. Bd. I. p. 56); das Martinsloch am Eiger, durch welches zweimal im Jahre die Sonne nach Grindelwald scheint (G. Studer, das Panorama von Bern. p. 210); endlich ein ähnliches Loch, welches ich auf einem der hohen Felskämme bei Altenahr in der Rheinprovinz sah. Vermuthlich giebt es deren noch eine sehr grosse Zahl. Eben so bekannt ist, dass auf dem Kamme mancher Gebirge häufig unregelmässige oder kugelförmige sehr grosse Felsblöcke frei aufliegen, sei es in Folge langsamer Verwitterung, oder aus Ursachen, die nicht für alle Fälle ergründet wurden.

42. [Seite 27.] Von der Erde gesehen hat der Halbschatten die Grösse von 8" in der Lichtgränze. Die Vergrösserung, die durch ihn ein Bergschatten erleidet, ist von der jedesmaligen Sonnenhöhe abhängig und überhaupt für unsere Messungen ohne Belang. (Vergl. Schröter Selenotopogr. Fragm. Bd. I. p. 104 ff.)

43. [Seite 28.] Als Boussingault am 16. Dec. 1831 den Chimborazo erstieg, ohne den Gipfel zu erreichen, war die Atmosphäre sehr heiter; er hatte eine unermessliche Fernsicht. Allein für seinen Standpunkt so nahe am Aequator, näherte sich die Sonne zur Mittagszeit dem Zenith bis auf etwa 2^{0}, und es konnte von merklichen Schatten im Gebirge nicht wohl die Rede sein. Zur Zeit der Expedition A. v. Humboldts auf diesen Berg (1802 Juni 23) war die Luft trübe. (Vergl. A. v. Humboldts Kleinere Schriften Bd. I. p. 132 ff.) Die Brüder Schlagintweit haben bei ihrer Alpenreise mehrfach Beobachtungen über die Bergschatten angestellt. Ich hatte bis jetzt nicht Gelegenheit, diese kennen zu lernen.

44. [Seite 30.] Ich machte diese Beobachtungen unter den günstigsten Umständen am Morgen des 30. Juli 1852. Der Schatten des

Digitized by Google

Eiger, der übrigens sich hier nicht vortheilhaft entwickeln kann, trat nie hervor, weil der Berg hartnäckig in einem dunklen Nebelmantel verhüllt blieb.

45. [Seite 30.] Man findet über diese Expeditionen kurze Auszüge in dem inhaltreichen Buche von G. Studer: das Panorama von Bern (1850) Nr. 117 p. 199 ff. — Auf p. 203—205 giebt G. Studer seine eigenen Beobachtungen auf dem Gipfel der Jungfrau, deren Höhe = 2138 Toisen. Ueber Hugis Erfahrungen auf dem Finsteraarhorn (Höhe = 2193 Toisen) vergl. p. 223.

Erwägt man, dass alle diese Beobachter ringsum von blendenden Schnee- und Eisfeldern umgeben waren, dass sie während ihres vielstündigen höchst beschwerlichen Marsches stets dem lästigen Reflexe des Schnees ausgesetzt waren, so ist es nicht ganz unwahrscheinlich, dass bei der Ankunft auf dem Gipfel ihr Sehvermögen sich in einem erheblich geschwächten oder abgestumpften Zustande befand. So viel scheint gewiss, dass der sie rings umgebende hell erleuchtete Schnee im übergrossen Contraste zu dem dunkleren Lande stehen musste. Man wird bei dieser Betrachtung an den vielleicht nicht ganz geschlichteten Streit über die Farbe des reinen Himmels in grossen Höhen erinnert. Seit Saussure spricht fast jeder Gebirgsreisende von der tiefen Bläue des Himmels in den Alpen, in den Andes. Die Farbe des Himmels wird mitunter schwarzblau genannt. Indessen scheint Boussingault (Humboldts Kl. Schriften Bd. I. p. 146) anzunehmen, dass die scheinbar tiefere Dunkelheit des Himmels nur durch Vergleichung gefunden werde, dass sie meist nur auf dem Contraste beruhe, und er érinnert daran, dass nach seinen Erfahrungen auf den Vulkanen von Quito ihm nur dann der Himmel sehr dunkel vorkam, wenn gleichzeitig ein beleuchtetes Schneefeld in Sicht war. Dass diese Annahme, wenn auch nicht völlig hinreichend, doch viel Wahres habe, davon überzeugt man sich auch, ohne die berühmten Berge der Andes erstiegen zu haben. In der geringen Meereshöhe von nicht 1000 Toisen schien mir in der Richtung der tiefen Einsattlung zwischen den Schneewänden der Jungfrau und des Mönchs der Himmel so ungewöhnlich dunkel, wie ich ihn vor- und nachher niemals wieder gesehen habe. Auch die schwarzblaue Farbe der Landseen war mir dann am auffallendsten, wenn die Wasserfläche z. Th. mit schwimmenden beschneiten Eisfeldern bedeckt war. Auf dem Monde, wo freilich kein Schnee zu erwarten ist, wird der ausserordentliche Glanz des sonnenbestrahlten Bodens in der Nachbarschaft tiefer Schatten ganz ähnliche und vielleicht noch grössere Gegensätze bedingen, und den Anblick des Himmelsgewölbes oder die dortige Sichtbarkeit der Gestirne am Tage modificiren.

46. [Seite 31.] Bei Mondfinsternissen kann die Täuschung natürlich nur dann eintreten, wenn der vom Erdschatten bedeckte Theil des Mondes überhaupt sichtbar bleibt, wie dies gewöhnlich der Fall ist. Während der Mondfinsterniss am 26. Januar 1842 bemerkte ich die im Texte erwähnte Erscheinung zuerst, sah sie auch später bei ähnlichen Gelegen-

Digitized by Google

heiten wieder, ohne viel darauf zu achten. In der Totalfinsterniss des 6. Jan. 1852, die ich auf der Bonner Sternwarte beobachtete, war kurz vor dem gänzlichen Eintritte des Mondes in den Erdschatten die scheinbare Vergrösserung der noch freien hellen Sichel höchst auffallend. Vergl. über das Erdenlicht: Kosmos Bd. III. p. 497.

47. [Seite 31.] Kosmos Bd. III. p. 499.

48. [Seite 31.] Zusammenstellung der Forschungen und Entdeckungen Galiläis etc. von Dr. R. Caspar. Stuttgart 1854. p. 51.

49. [Seite 32.] Kosmos Bd. III. p. 497.

50. [Seite 32.] Zu Hamburg im Mai 1843.

51. [Seite 33.] Die erste Kunde von Herschels Beobachtungen über sog. Mondvulkane scheint v. Zach in Deutschland verbreitet zu haben (Bodes Jahrbuch 1787. p. 253). Durch die Berichte von Horsby und dem Grafen Brühl hat sie zu jener Zeit viel mehr Ansehen und Verbreitung erlangt, als sie verdiente.

52. [Seite 33.] Die Helligkeit des aschfarbigen Lichtes ist mitunter ausserordentlich gross, wie folgende Beispiele lehren. Am 28. April 1846, 3 Tage nach dem Neumonde, beobachtete ich die Nachtseite an schwacher Vergrösserung des 8füssigen lichtstarken Bonner Heliometers. Rückte ich die Mondsichel aus dem Gesichtsfelde, so sah ich den übrigen Theil der Kugel in einem sehr hellen graugelben Lichte, in welchem sich die einzelnen Lichtpunkte eben so wenig zählen liessen, als im Vollmonde. Ueberhaupt war der Anblick ganz mit demjenigen übereinstimmend, den der Vollmond gewährt, wenn dieser durch feine Cirrus- oder durch Schneewolken so weit verdeckt wird, dass man bereits die schwächsten Schattirungen der Oberfläche aus dem Gesichte verliert. Am 18. Febr. 1847 beobachtete ich den zwei Tage alten Mond am 5füssigen Refractor der Bonner Sternwarte. Das *Lumen secundarium* zeigte sich so glänzend, dass, wenn ich die schmale Sichel durch den Ringmikrometer verdeckte, ich den ganzen Umfang des Mare Crisium deutlich erkannte, obgleich das westliche Gränzgebirge dieser Ebene bereits von der Sonne direct beleuchtet war. — An den Punkten, wo, von der Sternwarte zu Bonn gesehen, der Mond auf- und untergehen kann, liegen im Horizonte Berge von verschiedener Höhe. Man beobachtete den Mond also nie in Zenithdistanzen von 90°. Ich bemerkte aber einigemal, dass das aschfarbige Licht dem freien Auge sichtbar blieb, als die 1° bis 2° hochstehende Mondsichel selbst bereits durch Berge verdeckt war. Im Sept. 1852 beobachtete ich einigemal den Aufgang des abnehmenden Mondes über dem Horizonte der Nordsee, und zwar auf der friesischen Insel Föhr. Ich bemerkte das aschfarbige Licht früher als die Sichel, wobei ich aber hinzufüge, dass möglicher Weise der Mond sich für meinen Standpunkt über der äusserst flachen, wenige Bogenminuten scheinbar hohen jütischen Küste, und nicht unmittelbar aus der Seelinie erhob. Am Tage war jene Küste oft durch Wirkung der Refraction

Digitized by Google

anschnlich über den Horizont hinausgerückt, mitunter von ihm durch einen Luftstreifen getrennt; allein die Dunkelheit der Nacht verhinderte zu entscheiden, ob zur Zeit des Mondaufganges die Küste unter oder über dem Horizonte war. Die Höhe des Auges über der Meeresfläche war abwechselnd zwischen 1 und 6 Toisen.

Erwägt man die höchst bedeutende Extinction des Lichts in der Atmosphäre, die unmittelbar am Horizonte selbst Fixsterne der ersten Grösse unsichtbar macht, so muss man zu gewissen Zeiten dem *Lumen secundarium* des Mondes eine sehr grosse Helligkeit zuschreiben; freilich trägt die ansehnliche Fläche sehr dazu bei, dass wir es so nahe am Horizonte erkennen. Uebrigens gehört eine solche Beobachtung zu den höchst seltenen in unserer Zone. Wenn man den Continenten der Erde mit Recht eine viel grössere Helligkeit (vom Monde gesehen) zuschreibt, und aus dem Wechsel des Lichtreflexes von diesen und von den Oceanen die veränderliche Intensität des aschfarbigen Lichtes ableitet, so ist dabei doch nicht zu übersehen, dass der Winter der nördlichen Hemisphäre der Erde wegen der Schneebedeckung noch mehr in Betracht komme. Nehmen wir an, dass die temporäre Wintergränze des Schnees auch nur bis 55° nördlicher Breite reiche, so wird aus dem Monde betrachtet die beschneite Landzone des nördlichen Europas, Sibiriens und Nordamerikas schon beträchtlich, und da im Winter von + 65° der Breite an das Meer meistens gefroren sein wird, so bietet dieses in seiner Vereinigung mit der genannten Landzone eine sehr grosse, den Pol ringsumgebende Fläche von intensiver Weisse, die vom Monde aus in nicht zu starker Verkürzung erscheint. Diese temporäre Schneezone wird zwar sehr häufig zum grossen Theile mit Wolken bedeckt sein; indessen ist das von dem Gewölke auf- oder abwärts reflectirte Sonnenlicht intensiv genug, um mehr Licht auf den Mond zu werfen, als eine continentale Fläche für sich vermag. Was den Südpol der Erde betrifft, so ist nicht vollständig bekannt, wie weit sich zur Zeit seines Winters die feste Eisdecke bis Norden erstrecke. Die von James Clarke Ross entdeckte stabile Eismauer, welche hoch das Meer überragend den Südpol umzieht, lag zur Zeit des dortigen Sommers in $78^1/_2$° Breite.

53. [Seite 34.] Beer und Mädler, Beiträge zur physischen Kenntniss der Himmelskörper. Weimar 1841. p. 43. Der Vergrösserungscoëfficient wurde 1833 und 1837 aus den Fleckenbeobachtungen berechnet. Juni 1835 dagegen maass Mädler den Schatten der sehr kleinen Mondfinsterniss mikrometrisch, und erhielt das von allen übrigen ganz abweichende Resultat $= ^1/_{28}$. Mir scheint, dass die mikrometrische Bestimmung der *Penumbra* stets auf Werthe führen werde, die mit den aus Fleckenbeobachtungen ermittelten unvereinbar sein werden. Dies schien mir so bei Gelegenheit der kleinen Mondfinsterniss des 6. Dec. 1843 (Hamburg), und noch mehr bei der noch kleineren des 4. Nov. 1854 (Olmütz), als ich gänzlich zweifelhaft blieb, und zwar bis auf 1 und 2 Bogenminuten, welche Grösse eigentlich mit dem Mikrometer zu messen sei. So lange unsere Kenntnisse über die Vergrösserung des Erdschattens

Digitized by Google

noch sehr beschränkt sind, dürfte es gut sein, auf den grossen Werth von $^1/_{28}$ kein zu bedeutendes Gewicht zu legen. — In dem Berichte Littrows über die Mädler'sche Charte (J. J. v. Littrow vermischte Schriften, herausgegeben von E.-L. v. Littrow Bd. II. p. 142) wird gesagt, dass Mädler jene Vergrösserung = $^1/_{28}$ gefunden habe, ohne der andern beiden gewiss genauern Werthe von $^1/_{65}$ und $^1/_{54}$ Erwähnung zu thun. Vergl. dasselbe in Jahrb. d. Lit. 1838. LXXXII. Die letzte Mädler'sche Angabe im Text = $^1/_{49}$ findet sich in den Astr. Nachrichten Nr. 527.

54. [Seite 34.] Meine eigenen, den Vergrösserungscoëfficienten betreffenden Beobachtungen und Rechnungen, die noch nicht abgeschlossen sind, können erst in späterer Zeit vollständig mitgetheilt werden. Ich gebe die Resultate hier noch etwas specieller an. Nenne ich, wie früher, den fraglichen Werth A, so fand ich:

I. Partiale Mondfinsterniss am 26. Januar 1842:

$A = {}^1/_{48}$ aus 18 Beobachtungen von mir zu Eutin in Holstein,
$A = {}^1/_{49}$ „ 16 „ „ Mädler in Dorpat,
$A = {}^1/_{54}$ „ 8 „ „ Rümker in Hamburg.

Mittel mit Rücksicht auf die Zahl der Beobachtungen = $^1/_{50}$, gültig für die nach Adams verbesserte Parallaxe = 61′ 24″6.

II. Totale Mondfinsterniss am 31. Mai 1844:

$A = {}^1/_{53}$ aus 17 Beobachtungen von mir zu Hamburg,
$A = {}^1/_{61}$ „ 11 „ „ Rümker zu Hamburg,
$A = {}^1/_{49}$ „ 7 „ „ Funk „ „
$A = {}^1/_{57}$ „ 13 „ „ Gauss zu Göttingen,
$A = {}^1/_{57}$ „ 9 „ „ Goldschmidt zu Göttingen,
$A = {}^1/_{60}$ „ 7 „ „ Quetelet zu Brüssel,
$A = {}^1/_{53}$ „ 9 „ „ Liagre „ „
$A = {}^1/_{61}$ „ 3 „ „ Gerling zu Marburg.

Mittel = $^1/_{56}$ für die Parallaxe = 61′ 13″3.

III. Totale Mondfinsterniss am 24. Nov. 1844:

$A = {}^1/_{49}$ aus 37 Beobachtungen von Mädler zu Dorpat (Astr. Nachr. Nr. 527)
$A = {}^1/_{61}$ „ 6 „ „ De Vico zu Rom.

Mittel = $^1/_{52}$, wenn ich Mädlers Resultat den 3fachen Werth beilege. Parallaxe = 53′ 59″9.

IV. Totale Mondfinsterniss am 19. März 1848:

$A = {}^1/_{45}$ nach 17 Beobachtungen von mir zu Bonn. Parallaxe = 54′ 23″0.

V. Partiale Mondfinsterniss am 8. März 1849:

$A = {}^1/_{44}$ nach 15 Beobachtungen von mir zu Bonn. Parallaxe = 56′ 51″7.

55. [Seite 35.] Die Nachrichten über die Farbe des Mondes während einer Finsterniss sind sehr zahlreich. Schon Kepler und Hevel

Digitized by Google

(Selenographie p. 116) kannten im Allgemeinen die Ursache jener Farbe; Hevel sagt: ..... *constat, lumen illud debilius vel colores in eclipsibus apparentes non ex proprio lunaeque insito lumine oriri, sed a solis luce, una cum lumine secundario lunae, quod circa novilunium animadvertitur* ..... Vergl. Kosmos Bd. III. p. 500.

Ueber das Verschwinden des Mondes in Totalfinsternissen spricht Hevel p. 117 ff. (Kosmos Bd. III. p. 499.) — Aehnliches wurde in diesem Jahrhunderte 1816 und 1823 gesehen. So zahlreich die Angaben über den Erdschatten auch sein mögen, so sind sie doch meist zu allgemein gehalten und oft von Bemerkungen eigenthümlicher Art begleitet. So berichtet Helfenzrider, dass er in der Finsterniss des 30. Juli 1776 den Schatten von ungleicher Krümmung und in ihm helle Streifen, namentlich bei Tycho, gesehen habe. Das klingt, als habe Helfenzrider die Streifen für eine besondere Eigenschaft des Schattens gehalten, und nicht gewusst, dass dies sehr auffällige Phänomen dem Tycho eigen ist. Kennte man den lateinischen Text Helfenzriders, so würde die Beobachtung (die in der deutschen Uebersetzung in Bodes Jahrbuch 1779 p. 43 zu finden ist) vielleicht anders lauten. Auch die mehrfach von den Beobachtern angeführte grosse Unebenheit des Schattenrandes beruhte (wegen der Abwechslung heller und dunkler Flecken auf dem Monde) gewiss auf einer Täuschung, die Schröter (Bodes Jahrbuch 1794 p. 120) bei Gelegenheit der Totalfinsterniss des 22. October 1790 sehr schön erklärt hat. Man ersieht aus andern Nachrichten (ebend. p. 108), dass zu jener Zeit das blaue Licht schon bekannt war. — Am 31. Mai 1844 schien mir der total verfinsterte Mond stellenweis neben dem blauen Lichte auch Spuren einer grünlichen Farbe zu haben. — Beiläufig sei hier noch bemerkt, dass ein ehemals bekannter Astronom ganz unbefangen irgendwo drucken liess: „er habe durch den Erdschatten Sterne der 7ten Grösse „sehen können!"

56. [Seite 35.] Dies war z. B. 1848 März 19 und 1852 Jan. 6 der Fall. In vorüberziehenden Nebeln bildet sich ein röthlicher Hof von geringer Ausdehnung. Zur Hervorbringung des Halo von 22° Radius war aber der verfinsterte Mond viel zu lichtschwach, wenn auch in genügender Anzahl die den Halo bedingenden Eiskrystalle in der Luft vorhanden gewesen wären.

57. [Seite 37.] Die Zahl der Beobachtungen über totale Sonnenfinsternisse ist jetzt sehr gross. Ich beschränke mich auf wenige Angaben.

1778 Juni 24. Des Admirals Ulloa Beobachtungen auf dem Meere. Bodes Jahrbuch für 1781. Auch ebend. 1782 p. 144, 1794 p. 106.

1842 Juli 7. Berichte in den Astr. Nachrichten jener Zeit, und in den Annalen der Wiener Sternwarte.

1850 August 8. Kutczyckys Beobachtungen in Honolulu. (*Compt. Rend.* XXXIII. Nr. 16. 21. April 1851.)

1851 Juli 28. Die sehr zahlreichen Nachrichten über diese an so vielen Orten beobachtete Totalfinsterniss finden sich zerstreut in

Digitized by Google

den Astronomischen Nachrichten und in englischen astronomischen Journalen. Auch die Zahl der Monographien ist nicht unbeträchtlich. Die englischen Beobachtungen sind gesammelt 1853 in einem besondern Bande mit vielen Abbildungen erschienen. Die Beobachtungen der französischen Astronomen MAUVAIS und GOUJON finden sich ebenfalls in den Astron. Nachr. und als besonderer Abdruck. Die Monographie meiner eigenen mit vier Abbildungen versehenen Beobachtungen zu Rastenburg ist 1852 auf Veranlassung der königl. Sternwarte zu Bonn gedruckt worden.

1852 Dec. 10. Ueber diese in China totale Finsterniss fehlen mir nähere Nachrichten.

1853 Nov. 30. Dr. MOËSTAS Beobachtungen zu Pisco in Peru. *Astronomical Journal* Nr. 67. Cambridge U. S. 1854 Febr. 17. *„Letter from Dr.* MOËSTA, *Director of the observatory at Santiago de Chili to Lieutenant* GILLIS. In JAHNS wöchentlichen astronom. Unterhaltungen (Herbst 1854) findet man die deutsche Uebersetzung der sehr schätzbaren peruanischen Beobachtung, der einzigen, welche mir bis jetzt bekannt geworden ist. Der Hauptbericht über diese Finsterniss ist: *Informe sobre las observationes hechas durante el Eclipse solar de 30. de Noviembre de 1853. Presentado al Señor Ministro de Instruccion publica por* CARLOS MOËSTA. *Santiago de Chile. Marzo de 1854* (mit einer Steindrucktafel). — Vergl. noch: ARAGOS Abhandlung im *Memoire du Bureau des longitudes* 1846, und Kosmos Bd. III. p. 378 ff. und p. 488.

58. [Seite 38.] Astr. Nachr. XI. p. 411 ff. MÄDLER a. a. O. p. 133. p. 152. Der Merkwürdigkeit wegen möge hier TOB. MAYERS Meinung über die Mondluft eine Stelle finden. BESSEL schrieb seine Ansicht 1834 nieder, MAYER die seinige 86 Jahre früher.

Kosmogr. Nachr. und Samml. IX. p. 397 („Beweis, dass der Mond keinen Luftkreis habe,“) sagt MAYER:

„Man wird mich beschuldigen, als wenn ich im Sinne hätte, mit „der Luft des Mondes auch zugleich seine Bewohner zu vertilgen. Und „in Wahrheit, ich gestehe, dass ich grosse Lust hätte, dieses zu thun, „wenn ich wüsste, dass dadurch der Bestätigung meines Satzes einiger „Vortheil zuwachsen könnte. Allein, ich sehe ein Mittel, mich von dieser „Grausamkeit und diejenigen, denen an lebenden und vernünftigen Ge„schöpfen auf dem Monde etwas gelegen ist, von einem Kummer zu be„freien. Lebendig und vernünftig sein streitet meines Erachtens so sehr „nicht wider den Mangel des Athemholens, des Redens und des Hörens. „Die letztern Dinge müssen freilich den Mondbürgern fehlen, sobald man „ihnen ihre Luft wegnimmt. Allein deswegen können sie doch bestehen. „Sie können meinetwegen ebensoviel und noch mehr Vernunft besitzen „als wir; die Sprache kann ihnen auf eine andere Weise ersetzt worden „sein; ihre Leiber kann der Schöpfer zugerichtet haben, dass sie im

Digitized by Google

„Stande sind, in einer unzählige Mal dünneren Materie, als unsere Luft „ist, auszudauern. So, wie wir an den Fischen sehen, die im Wasser, „in einer bald tausendmal dichteren Materie, eben so gesund und bequem „leben, als wir in der Luft. Kurz, ich lasse einem Jeden die Freiheit, „Geschöpfe auf den Mond zu setzen und zu dichten, von was für Leibes-„beschaffenheit sie sein mögen, nur bitte ich, sie so zu machen, dass „sie keine Luft nöthig haben.“ — Vergl. auch die frühere Anmerk. 11, wo zuletzt von Hansens Untersuchung über die Lage des Schwerpunkts im Monde die Rede ist.

59. [Seite 42.] Den Ausdruck „Formation“ im Sinne der Geologen darf man nicht ohne Weiteres auf die Mondgebirge anwenden, weil wir von Formationen der dortigen Gebirge nichts wissen, und schwerlich je etwas erfahren werden. Nur Beobachter, welche dem Publikum das glänzende Resultat erzählen, auf dem Monde Schichten von 30 Fuss Mächtigkeit gesehen zu haben, während ihr Fernrohr noch nicht im Stande war, Dimensionen von 300 Toisen sichtbar zu machen, mögen den Ausdruck im Ernste anwenden. — Man findet über diesen geologischen Ausdruck in K. C. v. Leonhardts Lehrbuch der Geognosie und Geologie (Stuttgart 1846—49) S. 220 ff. folgende Erklärung:

„Mit dem Worte Formation verbindet man, so sagt A. v. Humboldt „*(Essai géognostique sur le gisement des roches. p. 1)* eine „doppelte Bedeutung. Einmal wird darunter die Bildungsart eines Ge-„steines verstanden; sodann ein System mineralischer Massen, welche auf „solche Weise untereinander verbunden sich zeigen, dass man sie als „gleichzeitig entstanden achten darf, dass sie, selbst in den fernsten Ge-„genden, die nämlichen allgemeinen Bedingnisse wahrnehmen lassen, „was Lagerung und Bestand angeht. So schreibt man die Formation des „Obsidians und des Basaltes der Wirkung unterirdischer Feuer zu; so „sagt man, dass die Formation des Thonschiefers den Kiesel und Zeichnen-„schiefer umschliesse, und Lagen schwarzen Kalksteins. Die erste Wort-„bedeutung ist dem Geiste der Sprache mehr gemäss; aber sie bezieht „sich auf den Ursprung der Dinge, auf ein unsicheres Wissen, begründet „auf geogonische Hypothesen, auf Wagesätze, die Erd-Entstehungslehre be-„treffend. — Der zweite Sinn jenes Ausdruckes ist entlehnt aus der „Schule Werners; er beschränkt sich auf das, was ist, und befasst sich „nicht mit Voraussetzungen, wie es gewesen sein könnte.“

In der Betrachtung der Mondgebirge darf man nur von Formen oder Configurationen reden und von Richtungen. Auch der bergmännische Ausdruck „Streichen und Fallen“ ist zu vermeiden. Oberflächengestaltung, Höhen- und Horizontaldimensionen, gegenseitige Lage, und bei vielen Cratern das relative Alter sind allein Gegenstände einer unbefangenen Forschung, und nur von dieser ist zu hoffen, dass sie unsere Kenntnisse über die Mondgebirge wesentlich fördern werde.

60. [Seite 45.] Mädler a. a. O. p. 99.

61. [Seite 46.] Mädler a. a. O. p. 90. und Schröter, Selenotopographische Fragmente Bd. I. p. 74 ff.

Digitized by Google

62. [Seite 48.] A. v. HUMBOLDT, *Voyage aux regions équinoxiales* T. I. p. 276. und DEVILLES Reise p. 6 (Abhandlung über Teneriffa).

63. [Seite 48.] A. v. HUMBOLDT, Kl. Schriften v. 1853 Bd. I. p. 165, bemerkt für die BORDA'sche trigonometrische Vermessung des Pic de Teyde, dass im Jahre 1771 die Höhe deshalb fehlerhaft berechnet wurde, weil man einen der Winkel statt 53′ nur zu 33′ eingetragen hatte.

64. [Seite 48.] Diese Barometer-Messung BORDAS hat v. HUMBOLDT nach der LAPLACE'schen Formel berechnet.

65. [Seite 50.] Diese findet man in HUMBOLDTS Ansichten der Natur (1849) Bd. II. p. 290.

66. [Seite 50.] Weder A. v. HUMBOLDT (23. Juni 1802) noch BOUSSINGAULT (16. Dec. 1831) erreichten den Gipfel. Die Expeditionen auf den Chimborazo sind in den Kl. Schriften Bd. I. beschrieben. Die drei Höhenbestimmungen des Berges finden sich in demselben Werke p. 167.

67. [Seite 51.] Unter sieben verschiedenen trigonometrischen Combinationen war die Differenz zwischen der grössten und kleinsten Höhe nur ungefähr 2 Toisen. Vergl. Kl. Schriften Bd. I. p. 163 ff. Ebendaselbst p. 159 spricht v. HUMBOLDT von den Messungen des Montblanc und des Monte Rosa, bei denen die Abweichungen noch resp. $^1/_{246}$ und $^1/_{34}$ betragen. In dem grossen Werke von H. und A. SCHLAGINTWEIT „Neue Untersuchungen über die physikalische Geographie und die Geologie der Alpen" (1854), findet man eine sehr interessante Zusammenstellung der genauen Höhenbestimmung des Monte Rosa und vieler anderer Berge.

68. [Seite 52.] SCHRÖTERS Messungen sind zu Ende des vorigen Jahrhunderts angestellt; MÄDLERS zwischen 1830 und 1837; meine Messungen seit 1844. Den Berg Casippus α maass SCHRÖTER nur einmal und zwar 1788 Nov. 6. (Bd. I. p. 266.)

69. [Seite 55.] Ich beschränke mich hier auf meine Beobachtungen, weil es den Anschein hat, dass weder SCHRÖTER noch MÄDLER die feine Schattenspitze bis zum Ende verfolgen konnte. Ausserdem ist bei MÄDLER (p. 123 Nr. 1085) φ gewiss durch einen Druckfehler entstellt; selbst bei 3° 12′ Sonnenhöhe ist die Schattenspitze noch nicht von der Phase getrennt.

70. [Seite 57.] Wahrscheinlich wird es nie gelingen, die grösste Höhe von Curtius δ über dem Hauptcrater durch den Schatten zu ermitteln, weil, wie schon MÄDLER a. a. O. p. 402 vermuthet, der Berg etwas, wenn auch nicht viel, kuppelförmig abgerundet ist. In 12 Lunationen habe ich mich vergebens bemüht, bei zunehmendem Monde die Trennung des Schattens aus der Phase zu beobachten; zehnmal war es

Digitized by Google

trübe und 2mal gestattete die Libration keine sichere Entscheidung. Der Schatten endet südwestlich von Clavius in wilder Gebirgsgegend. Ich fand in einer Beobachtung, dass er bei 5° 29′ Sonnenhöhe noch nicht von der Phase getrennt sei, woraus schon eine Höhe von mehr als 4000 Toisen über der äussern Umgebung folgt. Da nun der Boden des Craters Curtius bestimmt tiefer als die ganze Umgebung liegt, so muss die Gipfelhöhe über der Mitte des Beckens mehr als 4000 t betragen; allein wenn der Schatten die Mitte erreicht hat, ist die Sonnenhöhe noch 10° bis 11°, und es ist zu vermuthen, dass die obersten Theile des Berges alsdann noch keinen Schatten werfen. Indessen ist Aussicht vorhanden, auf andere Art die grösste relative Höhe zu ermitteln, und beträgt diese nach aussen (östlich gerechnet) schon 4000 t, so wäre nicht zu verwundern, wenn sich die innere relative Höhe = 4800 t oder gar = 5000 t herausstellte.

71. [Seite 61.] Auf der grossen Mädler'schen Karte fehlt dieser Centralberg; indessen ist im Texte der Selenographie p. 398 ausdrücklich bemerkt, dass er nur durch Zufall ausgelassen sei. Lohrmann hat ihn ebenfalls verzeichnet.

72. [Seite 63.] „Ansichten der Natur" Bd. II. p. 256 und Kosmos Bd. I. p. 218. Der Yorullo entstand am 29. Sept. 1759; Monte Nuovo am 19. Sept. 1538. — Kosmos Bd. I. p. 251. Der Einsturz des Carguairazo am 19. Juni 1698 (Kosmos Bd. I. p. 243 und Kl. Schriften Bd. I. p. 137 über den Capac-Urcu.)

73. [Seite 63.] Diese grossen Schneeberge sind in dem schönen Atlas zu A. v. Humboldts Kl. Schriften abgebildet.

74. [Seite 64.] Berghaus geogr. Jahrb. 1851 Hft. III. p. 21 und Humboldt Kl. Schriften Bd. I. p. 163, wo von den Höhenmessungen im Himálaya die Rede ist. Die grösste Meerestiefe entdeckte Capitän Denham 1852 Oct. 30 im südlichen atlantischen Ocean, 37° 6′ westl. Länge von Greenwich und 36° 49′ südl. Breite (Humboldt im Monatsberichte der königl. preuss. Akademie der Wissenschaften. Febr. 1853. p. 140).

75. [Seite 66.] Der Ausdruck „gangartig" darf hier nicht mit demselben geognostischen Ausdrucke verwechselt werden. Ein Gang ist eine mehr oder weniger bedeutende Spalte im Gesteine irgend eines Gebirges, welche mit einem fremden Gesteine ausgefüllt ist. So ist z. B. die Kreide und der Kalk ein neptunisches Gebilde, ein Niederschlag aus dem Wasser. Später, als das Sediment erstarrt war, spaltete es durch plutonische Hebungen und die neuen Spalten wurden durch das aufsteigende, feurig flüssige (plutonische) Material ausgefüllt; so sieht man Gänge von Basalt, Porphyr und Granit als Ausfüllungsmassen im normalen Gesteine, und mitunter sind dieselben am ausgehenden Ende übergeflossen und haben sich, ähnlich dem Hute eines Pilzes, ringsum an der Oberfläche des Berges ausgebreitet. Wenn das Wort „gangartig" auf den Mond angewandt wird, so muss man zunächst nur an die horizontal

Digitized by Google

unter der Oberfläche einen Ausgang suchende Materie denken, welche, so lange sie Widerstand fand, die Oberfläche nur auftrieb und auflockerte, und wahrscheinlich auch der Structur und der Farbe nach metamorphosirend angriff. Nimmt man diese gangartige Richtung der Kraft als röhrenförmig ausgehöhlt an, so ist die Wirkung davon sehr passend mit den Maulwurfsgängen zu vergleichen.

76. [Seite 69.] Mit völlig überzeugender Gewissheit kann ich keine durchaus walllose Grube auf dem Monde nachweisen.

77. [Seite 70.] Es wird nicht die Möglichkeit geläugnet, dass eine Thalschlucht, nach Art der natürlichen Felsbrücke von Iconozo, durch ein darüber gestürztes Gebirgsstück überwölbt sein könne. Dies mag oft genug vorkommen; aber es sollte nur hervorgehoben werden, dass wir nichts darüber wissen, dass Niemand etwas derartiges gesehen hat und (aus naheliegenden Gründen) auch niemals davon etwas sehen wird.

78. [Seite 70.] Bekanntlich sind in den Gebirgen unserer Erde locale „Verwerfungen, Verbiegungen, Krümmungen und Brüche" der Schichten sehr häufig, im Kleinen wie im Grossen. Aber man muss unterscheiden, ob ein isolirter Berg durch eine ihn nahe berührende Gewalt aus seiner Lage gebracht ist, oder ob eine bestimmte Stelle, eine gewisse Masse eines ganzen Gebirges gekrümmt oder verbogen worden sei. Der erste Fall, als gesondertes Phänomen, dürfte nicht nachzuweisen sein, sofern man davon abstrahirt, dass in einem ganzen Gebirgssystem, wie in den Alpen, das Alterniren des Fallens und Streichens auf solche Hergänge in der Vorzeit hindeutet; aber die Beispiele für den zweiten Fall sind unübersehbar zahlreich. Also, eine locale mehr oder weniger grossartige Verbiegung einzelner Schichten des Gesteins in einer ganzen Bergmasse, wie man sie z. B. in so bewundernswürdiger Weise an der Einmündung der kleinen Lütschine in das Alpenthal von Lauterbrunnen wahrnimmt, kann für den Mond begreiflicher Weise nicht in Betracht kommen, wohl aber eine seitliche Verschiebung oder selbst Umstürzung von Craterwällen oder isolirten Höhenzügen, und diese ohnehin schon durch Beobachtungen mehrfach angedeutete Vermuthung wird sich dereinst wahrscheinlich zur Gewissheit erheben lassen.

79. [Seite 70.] Man wird dabei unwillkürlich an das beulenförmige Malpays erinnert, welches 1759 zuerst gehoben, mitten auf seinem Rücken die grössern Massen des Yorullo, und ringsum die kleinen parasitischen Hornitos trägt. Die kleinen Crater, die von Nord nach Süd über die expandirte Fläche des Mersenius hinziehen, blieben den frühern Beobachtern unbekannt; es sind 7 oder 9, und dazwischen Hügel. Nur einmal, am 25. April 1797 wurden einige dieser feinen Gegenstände von Schröter und Harding gesehen. (Vergl. Selenotopogr. Fragmente Bd. II. §. 664. p. 118.)

80. [Seite 71.] Buntgezeichnete Flächen, in denen Dunkel- und Hellgrau abwechselt, finden wir im **Schicard**, **Mare Humboldtianum**, im **Alphonsus** und im **Petavius**.

Digitized by Google

81. [Seite 72.] Dieser Berg ist wahrscheinlich η nach Mädler, welcher Buchstabe jedoch in der *Mappa Selenographica* fehlt.

82. [Seite 72.] Die Berliner Beobachtung geschah im Mai 1853.

83. [Seite 73.] Zuerst gesehen am Berliner Refractor im Mai 1853.

84. [Seite 73.] Unter günstigen Umständen zählte ich (Mai 17. 1853) im Gebiete des Clavius 90 Crater, die grossen mitgerechnet.

85. [Seite 73.] Diesen Hochgipfel hat Mädler nicht gemessen. Er ist, wie Alles in dieser Gegend, wegen der Unregelmässigkeiten der Phase schwierig zu bestimmen. Ich fand:

bei	$H =$	4°	28′	$h =$ 2200 t	aus	3	Beobachtungen
„	$H =$	5	29	$h =$ 2621	„	4	„
„	$H =$	7	26	$h =$ 2887	„	2	„
„	$H =$	9	9	$h =$ 2658	„	4	„
„	$H =$	9	56	$h =$ 2490	„	4	„
„	$H =$	13	15	$h =$ 1922	„	2	„

86. [Seite 74.] Nach den Messungen von Mädler; die meinigen sind zu wenig zahlreich und sicher, um zur Entscheidung etwas beizutragen.

87. [Seite 75.] Ich habe die westliche Seite des Copernicus folgendermaassen bestimmt:

S.-West-Wall	bei	$H =$	5°	12′	$h =$ 1749 t	aus	3	Beob.
W.-Pic auf dem Walle . .	„	$H =$	6	8	$h =$ 2047	„	4	„
„ „ „ „ . .	„	$H =$	9	53	$h =$ 1928	„	3	„
„ „ „ „ . .	„	$H =$	10	40	$h =$ 1641	„	1	„
„ „ „ „ . .	„	$H =$	15	45	$h =$ 1082	„	1	„
W.-Wall, dicht nördl. vom Pic	„	$H =$	7	2	$h =$ 1902	„	3	„
N.-West-Wall	„	$H =$	5	38	$h =$ 1852	„	3	„

88. [Seite 76.] Der Phase wegen ist Theophilus bei zunehmendem Monde oft schwierig zu messen. Ich fand:

S.-West-Wall	bei	$H =$	7°	51′	$h =$ 1733 t	aus	3	Beobachtungen,
West-Wall	„	$H =$	5	31	$h =$ 1915	„	2	„
„	„	$H =$	7	55	$h =$ 1985	„	1	„
„	„	$H =$	8	3	$h =$ 2025	„	2	„
„	„	$H =$	8	25	$h =$ 1836	„	2	„
„	„	$H =$	9	37	$h =$ 1553	„	2	„
„	„	$H =$	12	31	$h =$ 2245	„	1	„
N.-West-Wall	„	$H =$	5	8	$h =$ 1790	„	1	„
„	„	$H =$	7	22	$h =$ 2250	„	1	„
„	„	$H =$	8	3	$h =$ 1987	„	2	„
N.-Ost-Wall	„	$H =$	7	14	$h =$ 1547	„	2	„
S.-Ost-Wall	„	$H =$	7	27	$h =$ 1993	„	2	„

Digitized by Google

Ost-Wall	bei $H = 7^\circ\ 34'$	$h = 2062^t$	aus	2	Beobachtungen,
„	„ $H = 7\ \ 54$	$h = 2328$	„	2	„
„	„ $H = 10\ \ 5$	$h = 2696$	„	1	„
„	„ $H = 13\ \ 30$	$h = 2212$	„	2	„

89. [Seite 77.] Die Lage dieser Crater ist nach dem Lohrmann-schen Gradnetz folgende:

Der grössere, südlich in den Wall des Hesiod eingreifend, hat 17° östl. Länge und 29°,7 südl. Breite. Er führt bei Lohrmann die Zahl 61.

Der kleinere im Sinus Epidemiarum, 29° östl. Länge und 31° südl. Breite, bei Lohrmann ohne Bezeichnung. Der erstere ist nach Mädlers Charte = Hesiod *A*, der zweite ebenfalls unbezeichnet.

90. [Seite 77.] Die *Mappa Selenographica* enthält ungefähr 7800 Ringgebirge von allen Grössen und Formen. Zähle ich nur die grössern derselben, etwa bis 2 und 1½ Meilen abwärts, so erhalte ich nach einer sehr beiläufigen Schätzung, in der also sämmtliche kleine Crater nicht mitgerechnet wurden:

im I. Quadranten	300	Ringgebirge,
„ II. „	230	„
„ III. „	850	„
„ IV. „	1200	„
Summa	2580.	

Es bleiben also noch 5220 kleinere Ringgebirge übrig. Untersuche ich nun, wie viele Crater ich bei mittlerer optischer Kraft meines Fernrohres mehr als Mädler gesehen habe, so finde ich z. B. für Clavius 3,7, für Ptolemäus 2,7, für die Gegend bei Stadius 2,2 mal mehr Crater, als die *Mappa Selenographica* enthält. Man würde hiernach also schliessen, dass selbst an nur 5füssigen Fernröhren mit 200—300maliger Vergrösserung, nach langer Beobachtung unter günstigen Umständen, nach und nach resp. 19000, 14000 und 12000 Ringgebirge von allen Grössen auf dem Monde erkennbar sein würden. So wenig bestimmt und so roh diese Schätzung auch sein mag, so giebt sie doch zu verstehen, dass für einen 14füssigen Refractor wohl 50000 Crater sichtbar sein dürften.

91. [Seite 78.] Diese geringe Höhe schreibe ich den kleinsten noch erkennbaren Cratern zu; die grössern gestatten mitunter noch eine directe Messung ihrer äussern Wallhöhe, z. B.

Galiläi	= 341 t	Sulp. Gallus . .	= 204 t
Galiläi *a* . . .	= 247	Crater bei Arago .	= 183
Delisle *c* . . .	= 322	Marius *C* . . .	= 127
Delisle *b* . . .	= 257	Crater bei Pico *A*	= 157
Crater Pico *A* . .	= 342	Heraclid *e* . . .	= 119
Crater Pico *B* . .	= 283	Bessel *d*	= 85
Sosigenes *a* . . .	= 248	Seleucus *A* . . .	= 79
Timocharis *d* . .	= 266	Briggs *A* . . .	= 66
Taquet	= 262 t		

Digitized by Google

Die drei letzten erreichen also nur die Höhe unserer grössten Kirchthürme, und sehr viele kleine Crater gewiss noch nicht die Hälfte dieser Höhe. Ihre Tiefe ist nicht zu bestimmen.

92. [Seite 78.] Ein kleiner Crater auf dem Gebirge Huygens liegt 2800^t höher als das Mare Imbrium, aber das Profil dieses viele Meilen langen gewaltigen Bergrückens ist nicht mit dem unserer isolirten kegelförmigen Vulkane zu vergleichen.

93. [Seite 78.] Ich werde in dem grössern Werke über Lohrmanns Arbeiten einige Fälle dieser Art näher untersuchen.

94. [Seite 79.] In den Beiträgen zur physischen Kenntniss der Himmelskörper, (Weimar 1841) hat Mädler die ihm damals bekannten 92 Rillen in einen Catalog gebracht und beschrieben.

95. [Seite 80.] Wenn ich Schröter die Kenntniss von 5 Rillen zuschreibe (was Mädler nicht thut), so rechne ich hier bis auf Weiteres auch das grosse Querthal der Alpen mit zu den Rillen; die gekrümmte Furche bei Aristarch und die Rille östlich an der geraden Bergwand bei Thebit im Mare Nubium wurde schon von Schröter beobachtet. (Schröter a. a. O. Bd. II. p. 342. §. 908. 2.)

96. [Seite 80.] Diese Zahl kann grösser und auch kleiner sein, da zu der Zeit, als ich die Zählung machte, mehrere Tafeln der Lohrmann'schen Charten noch nicht vollendet, und dazu mit dem Originale noch nicht streng waren verglichen worden.

97. [Seite 80.] Kinaus Mondbeobachtungen findet man in Jahns wöchentlichen Unterhaltungen 1848. Nr. 25. p. 202 ff.

98. [Seite 80.] Die Rillen des Rhaeticus und Réaumur zeigte mir erst der Berliner Refractor im Mai 1853.

99. [Seite 81.] Die Rillen des Arzachel und Alphonsus erkannte ich ebenfalls erst am Berliner Fernrohr. Lohrmann bemerkte schon eine Spur der Rille im Arzachel.

100. [Seite 81.] Nach Berliner Beobachtungen im Mai 1853.

101. [Seite 82.] Nach Beobachtungen in Olmütz 1854.

102. [Seite 82.] Eine am 7. Juli 1854 versuchte Messung ergab die Tiefe der grossen Rille des Aristarch, nördlich bei E = 260 Toisen. Doch hat sie an den meisten Stellen eine viel geringere Tiefe.

103. [Seite 83.] Dies ist mineralogisch nicht völlig genau. Einiges über die Gesteine des Pichincha und des Chimborazo findet man an verschiedenen Stellen in v. Humboldts Kl. Schriften von 1853. Bd. I., z. B. p. 159.

104. [Seite 83.] In dem mehrerwähnten Alpenpanorama von G. Studer findet man für jeden Hauptgipfel die Felsart angegeben, und ersieht daraus, wie verschieden mitunter die Zusammensetzung sehr

Digitized by Google

benachbarter Berge sein kann. So z. B. sagt STUDER p. 206: „Geologisch „interessant ist, dass während der nämliche Hochgebirgskalk, welcher der „Jungfrau zum Fussgestelle dient, die ganze Masse des mächtigen Eiger „zusammensetzt, der südlicher gestellte Mönch im Bereiche der Gneis-„Region zurückbleibt."

105. [Seite 83.] Nach einer Schätzung von MÄDLER, a. a. O. p. 241.

106. [Seite 84.] Auf diese und viele andere merkwürdige Verhältnisse übereinstimmender Richtungen und Lagen hat MÄDLER schon vor 20 Jahren aufmerksam gemacht.

107. [Seite 84.] Länge der Ostgränze der Alpen = 34 Meilen nach MÄDLER.

108. [Seite 85.] Caucasus, etwa 37 Meilen lang, und nach MÄDLER etwa von 450 Quadratmeilen Flächenraum.

109. [Seite 85.] Diese Bestimmung, auf welche A. v. HUMBOLDT öfter hingewiesen hat, ist für manche Gebirge der Erde versucht worden. Man will das Maass der hebenden Kraft ausdrücken durch das Verhältniss der mittleren Kammhöhe zu der grössten Gipfelhöhe. In dem Atlas zu A. v. HUMBOLDTS Kl. Schriften findet man eine Darstellung dieser Verhältnisse, welche, wenn die mittlere Kammhöhe = 1 gesetzt wird, folgende Zahlen ergeben:

		Mittl. Kammhöhe.		Grösste Gipfelhöhe.
Alpen . . .	=	1	:	2,05.
Pyrenäen .	=	1	:	1,43.
Andes . . .	=	1	:	2,02.
Himálaya .	=	1	:	1,79.

Als grösste Gipfelerhebungen gelten in diesen vier Gebirgen die Berge: Montblanc = 2468 t, Pic Nethou = 1787 t, Aconcagua = 3722 t, Kintschinjinga = 4406 t; als mittlere Kammhöhen dagegen in derselben Reihenfolge die Zahlen: 1200 t, 1250 t, 1850 t, 2450 t.

110. [Seite 86.] Der sehr lehrreiche Aufsatz von HODGSON über den Himálaya (deutsche Uebersetzung) findet sich in BERGHAUS geogr. Jahrbuche Hft. III. p. 20 ff. und die kleine Charte dazu (Nr. VIII.) in demselben Hefte. Die grosse Charte des Himálaya, nach WEBB, HODGSON und HERBERT, bearbeitet von BERGHAUS, ist in dem II. Hefte desselben Werkes von 1850 beigegeben; doch findet man hier mit Ausnahme des südlichen (indischen) Gebirgsabfalles nur die einzelnen Hochgipfel, nicht aber die allgemeine Configuration des Gebirges verzeichnet. Sie endet östlich bei 81° 20′ Länge von Greenwich, enthält also nicht mehr den östlichen Theil des Himálaya, den HODGSONS kleine Charte darstellt; p. 29 giebt HODGSON ein Profil der südlichen Abdachung der Himálaya-Kette, um drei verschiedene Regionen zu erklären. Diese sind:

1. Das Taraï, das etwas unter die indische Ebene vertiefte Sumpfland am südlichen Fusse des ganzen Gebirges.

Digitized by Google

2. Bháver, erstes Aufsteigen des Gebirges aus dem Taraï gegen Norden, ein waldbedecktes Schutt- und Trümmerland.
3. Dhún, Sandsteinregion, die höhere Stufe über dem Bháver, ein flaches muldenförmiges Thal, von dem Bháver durch eine wenig hohe Sandsteinerhebung geschieden.

Aus dieser letzten Region erhebt sich das Gebirge mehr und mehr zur centralen Masse, zur Ghát oder Schneelinie des Hauptgrates. Aber dieser Grat senkt sich jenseits (nördlich) der im Texte genannten Hochgipfel keineswegs wieder zur Ebene in gleicher Weise herab; es folgt ein 1400 t bis 1800 t hohes Land, und die Meinung ist ausgesprochen (vielleicht aber noch nicht bestätigt) worden, dass sich weiter nördlich eine noch höhere Gebirgsmasse erhebe. Die Untersuchungen des Himálaya stehen erst in ihrem Anfange. In neuerer Zeit haben die Gebrüder A. und H. Schlagintweit ihre Forschungen daselbst bereits begonnen.

111. [Seite 86.] Man muss nicht glauben, dass nur die genannten Gipfel allein vorhanden wären. Die kleine Specialcharte des Sikkimthales von Sir Joseph Dalton Hooker (in dem unter Anm. 110 schon citirten Werke von Berghaus) zeigt, dass sich in der Nähe des höchsten Schneeberges Kintschinjinga noch verschiedene andere mächtige Gipfel erheben; so z. B. 3,7 Meilen westlich der Berg Nango = 3284 t; 1,1 Meilen westlich der Berg Junnoo = 3958 t; 0,2 Meilen südöstlich vom Hauptgipfel eine Nebenkuppe = 4351 t; 1,6 Meilen südöstlich der Pundeem = 3442 t; in derselben Richtung 2,7 Meilen entfernt der Berg Nursing = 2993 t u. s. w. So gehören hier Berge von 2000 bis 3000 Toisen Höhe und darüber zu den sehr häufigen Erscheinungen. Für den Himálaya nimmt Hodgson eine Länge von 450 und eine Breite von 22 geogr. Meilen an.

Nanda-Devi ist identisch mit dem Jawahir. — Vergl. auch über den Himálaya: Humboldt in der Abhandlung über die mittlere Höhe der Continente, Kl. Schriften Bd. I. p. 425 ff.

112. [Seite 88.] Ich will hiermit den Niesen nicht als einen isolirten Kegel bezeichnet haben; so erscheint er zwar von Bern aus, und namentlich auf der Fläche des Thuner Sees, an dessen südwestlichem Ufer er sich erhebt, aber als das nördlichste Glied der Niesenkette, deren Anfang am Strobel zu suchen ist.

113. [Seite 89.] Zu dieser merkwürdigen, 14 Meilen langen, schnurgeraden Wand findet man auf dem Monde wie auf der Erde schwerlich ein zweites Seitenstück. Mädler findet die Höhe = 157 t, ich aus 2 Messungen = 138 t.

114. [Seite 89.] Es hängt sehr vom Zustande unserer Atmosphäre, und noch mehr von der Uebung im telescopischen Sehen ab, ob man die schwache grüne Farbe in den Mondebenen erkenne oder nicht. Ich bemerkte sie zuerst (ohne von Mädlers viel früherer Wahrnehmung etwas zu wissen) im Mai 1843 auf der Hamburger Sternwarte, und zwar am Mare Serenitatis. Die Luft war keineswegs günstig, denn sie war, wenn-

Digitized by Google

gleich wolkenlos, schwach mit Heerrauch (Höhenrauch) erfüllt. Es schien mir in einigen Beobachtungen nicht, dass sich gleich nach dem Ende von Mondfinsternissen die grüne Farbe verloren oder verändert habe. Ein bräunliches Colorit sieht man oft deutlich in dem Hügellande nordöstlich vom Aristarch im Gebiete der mehrfach gekrümmten Rille; den röthlichen Schimmer bei Lichtenberg, von dem Mädler spricht, habe ich nie wahrnehmen können.

115. [Seite 90.] Diesen merkwürdigen Crater sah ich zuerst während einer Beobachtung des Mondes am Bonner Meridiankreise am Anfange des Jahres 1851; d. h. mir war zum ersten Male sein graues Dreieck auffallend. Es giebt noch einige andere Crater, welche etwas Aehnliches zeigen. Ob aber die Erscheinung veränderlich sei, lässt sich noch nicht bestimmen.

116. [Seite 93.] Vergl. Mädlers Selenographie p. 136.

117. [Seite 94.] Viele grosse Erhebungscrater der Erde zeigen rings auf ihrem Abhange zahlreiche Barancos, welche wie die Risse einer in der Mitte durchstossenen Fensterscheibe sich von einem Punkte aus nach allen Seiten verbreiten. L. v. Buch nannte diese Erscheinung deshalb ein *étoilement*. Die Barancos beginnen aussen nahe am Craterwalle, und ziehen, an Breite und oft an Tiefe zunehmend, allseitig gegen den Fuss des Berges oder gegen das Meer. Die gehobene, ursprünglich horizontal gelagerte Masse musste während ihrer Aufrichtung in der durch die Barancos angedeuteten Richtung vielfach zerspalten. Manche Risse schlossen sich wieder; die meisten blieben offen, und erhielten ihre jetzige Gestalt durch die atmosphärischen Wasser.

Ob bei der Hebung einer grossen homogenen Felsmasse die Spaltung der Aussenfläche des neu entstandenen Berges in der erwähnten Weise vor sich gehen könne oder nicht, ist bis jetzt, so scheint es, weder durch grössere Experimente, noch durch eine strenge wissenschaftliche Untersuchung erörtert worden. Mitunter durchbricht ein Baranco den Craterwall; so ist es an der S.-W.-Seite des mächtigen Erhebungscraters auf der canarischen Insel Palma, wo man aus der Caldeira durch das grosse Hauptthal (Baranco de Augustia) gegen den Hafenort Tazacorte herabsteigen kann. Die Abbildungen der Inseln Palma und Teneriffa zu L. v. Buchs grossem Werke über die canarischen Inseln stellen diese Verhältnisse sehr schön und deutlich dar, und nicht weniger die vom *Hydrographic Office* in London herausgegebenen Seecharten der azorischen und canarischen Inseln. Der Crater von Palma zeigt wenigstens 40 solcher Barancos: grösser noch ist die Zahl derselben auf Teneriffa, wo sie von dem Rande des muthmaasslich alten Craters (aus dessen Fläche sich jetzt der Pic de Teyde erhebt) zahlreich, namentlich gegen Süden herabziehen. — Die azorischen Inseln geben ferner ausgezeichnete Beispiele der Art, so die Caldeira St. Barbara auf Terceira, Fayal, Corvo und die grosse Caldeira das Sete Cidadas am Westende von San Miguel. Scharf ausgeprägt sind, nach der Deville'schen Charte, die zahlreichen Barancos der

Digitized by Google

capverdischen Insel Fogo, die ähnlich wie Palma, nur aus einem einzigen grossen Berge, dem Erhebungscrater besteht, aus dessen altem Boden der noch thätige Vulkankegel von Fogo aufsteigt; am nördlichen Abhange des Vesuvs, oder schärfer ausgedrückt, an der Aussenfläche der Somma, dürfen die zahlreichen sich zur Ebene herabziehenden Thäler wenigstens mit den Barancos verglichen werden, ebenso (nach der Abich'schen Charte) viele derartige Schluchten am äussern Abhange von Roccamonfina, nordwestlich von Neapel. Indessen sind die Ansichten der Geologen über diesen Gegenstand getheilt, und ich bin sehr weit entfernt, hier eine selbstständige Meinung äussern zu wollen. Es möge nur noch daran erinnert werden, dass in Betreff des Craters Roccamonfina Sir Roderich Murchison dafür hält, dass der Berg submarinen Ursprungs sei, und dass man nicht einen Erhebungs-, sondern einen aus Schlacken gebildeten Aufschüttungskegel erblicke. Hierdurch wäre für diesen Fall die Erklärung der Barancos beseitigt, wenn die Ansicht Murchisons die richtige ist. Ueberhaupt hat es seine Schwierigkeit, bei den oft so complicirten Verhältnissen das Wahre zu treffen; der alte Roderberg, ein Vulkan bei Bonn, zeigt an seinem nördlichen, dem Rheine zugeneigten Abfalle 7—9 wellenförmige Faltungen, welche mitunter nach einer oberflächlichen Anschauung für Lavaströme ausgegeben wurden. Daran ist nun freilich nicht zu denken. Aber aus einiger Entfernung, z. B. von den Höhen des gegenüberliegenden Siebengebirges aus betrachtet, ist der Roderberg im ganzen Umkreise der einzige, bei welchem schwache, von der Höhe gegen den Fuss herabziehende Thäler eine entfernte Aehnlichkeit mit den Barancos haben. Allein diese Aehnlichkeit ist nur scheinbar. Auf Palma bilden die Barancos tiefe und schroffe Schluchten im plutonischen Gesteine, während für die genannten Thäler am Roderberg, dort wo unten die jedesmalige Scheidewand je zweier Furchen durchschnitten ist, die Erklärung zu Tage liegt. Man hat angeschwemmtes und am Berge abgelagertes, der Lössformation angehöriges Land vor sich, welches durch unbekannte Hergänge die wellenförmige Faltung seiner Oberfläche erhielt. Wie darunter die Beschaffenheit der Wände des Roderberges sei, ist unbekannt. Vergl. Berghaus geogr. Jahrb. 1852 IV. p. 62 und Thomäs Dissertation über den Roderberg.

118. [Seite 94.] Der Anblick ist indessen in verschiedenen Zeiten nicht derselbe. Die feinere unter sehr günstigen Umständen gemachte Beobachtung zeigt den Aristarch, umgeben von einem breiten eckig ausgeschnittenen Nimbus, in welchem schon die Radiation der Streifen zu erkennen ist. Diese gehen mitten in den Crater hinein und beginnen am Centralberge. Bei ihrem Aufsteigen an den Craterwänden erscheinen sie durch graue Zwischenräume getrennt, und dadurch erhält dieser glänzende Crater ein so buntes Ansehen, wie einige andere der Art ebenfalls.

119. [Seite 95.] Vergl. darüber Mädler a. a. O. p. 195.

120. [Seite 98.] Der Durchschnitt der Caldeira von Palma ist hier ungefähr von N.-W- durch S.-O. gelegt durch die Gipfel Pico de los Muchachos und Pico del Cedro.

Digitized by Google

121. [Seite 100.] Die Richtung des Durchschnittes geht etwa durch Garachico (Nord) und Abona Point (Süd). Indessen ist dies nicht allzugenau zu nehmen, und noch weniger der Umstand, dass ich sogar die Chahorra mit aufgenommen habe. Es kam nur darauf an, ganz im Rohen die Verhältnisse des Berges klar zu machen.

122. [Seite 100.] Dies sind willkürlich gewählte Beispiele, denen keine besondern Gegenstände in der Wirklichkeit entsprechen. Der Durchschnitt ähnelt zufällig dem obern Theile der Vulkane von Manderscheid in der Eifel; allein gerade diese sind von den Maaren der dortigen Gegend in jeder Beziehung sehr verschieden. Ich bin nicht im Stande, ein auf Messungen gegründetes Profil mitzutheilen. Die Zeichnungen, welche ich im Jahre 1847 aus der craterreichen Eifel mitgebracht habe, stellen nur landschaftlich, nicht geognostisch mehrere der grossen Maaren dar.

123. [Seite 101.] Nach Devilles Abhandlung.

124. [Seite 101.] Eine Wallebene, etwa von der Art des **Ptolemäus**.

125. [Seite 102.] Ein grosser Crater, wie z. B. **Copernicus** oder **Theophilus**.

126. [Seite 102.] Nr. I z. B. der Crater **Heber**. Nr. III der Crater **Hesiod** *A*.

127. [Seite 103.] Ich bemerke, dass diese Zahlen nur aus der Charte und dem Profile von Fogo (nach Deville) genommen, und ganz beiläufig, wie viele der übrigen, nicht in aller Schärfe zu nehmen sind. Ich habe aus der Circumvallation die westliche Ecke gewählt; allein, was die Tiefe anlangt, so ist diese in vorliegendem Beispiele ohne Werth, weil der eigentliche Vulkan, der Pico de Fogo, den ganzen Erhebungscrater ausfüllt, so dass man wohl die Höhe des alten Walles über dem Fusse des Pics, nicht aber über der ehemaligen Tiefe des Erhebungscraters angeben kann. Dasselbe gilt für den Vesuv, für den Pic von Teneriffa und für Roccamonfina. Die alten Erhebungscrater der beiden ersten sind durch die spätern Vulkankegel ausgefüllt und zerstört, und aus der Caldeira von Roccamonfina erheben sich bedeutende craterlose Trachytmassen. Die Höhe des Pics ist nach Devilles Messung = 1430 t.

128. [Seite 103.] Für den Rand der Caldeira de Palma wählte ich den höchsten Punkt: Pico de los Muchachos. Von der Tiefe weiss ich nur, dass sie sehr gross ist; aber die Zahl, welche in der englischen Charte im Grunde des Craters steht, bezieht sich wahrscheinlich auf die dortige centrale Erhebung. Um nicht zu übertreiben, setzte ich die Tiefe nur = 830 t. In Rücksicht auf die unregelmässige, gegen S.-W. geöffnete Gestalt der Caldeira, nahm ich den Durchmesser ziemlich willkürlich zu 3100 t an.

129. [Seite 103.] Alle Angaben der Crater auf den azorischen und canarischen Inseln entnehme ich den englischen Seecharten *(London: published to Act of Parliament at the Hydrographic Office of the*

Digitized by Google

Admiralty). Diese setzen 1000 *Fathoms* = 1 *geogr. Sea mile*, oder 10 *Cabels* = 1 *Sea mile* = $^1/_{60}$ Grad = 1 Bogenminute = 951,8 Toisen. Ich wählte für die höchsten Craterränder die Zahlen der Charte, und ebenso die für die Höhe des Craterbodens daselbst angegebenen. Die Durchmesser bestimmte ich mit dem beigefügten Maassstabe aus der Charte; sämmtliche Zahlen ohne Ausnahme sind auf die Toise reducirt worden, wobei zu bemerken, dass 1 Toise = 1,94904 Mètre = 6,3946 engl. Fuss = 6,2100 rhein. Fuss. Die Caldeira das Sete Cidadas liegt auf dem Westende der azorischen Insel San Miguel; sie enthält zwei Seen, Lagoa grande und Lagoa Azul; für erstern geben die zahlreichen Sondirungen die grösste Tiefe kaum 14 Toisen. Diese Tiefe von der Seehöhe der Lagoa grande abgezogen, und verglichen mit dem Pico della Croce im Ostwalle des Craters, nahm ich für die Tiefe der Caldeira. Die mittlere Seehöhe des Walles ist wahrscheinlich noch unter 300^t. In der grossen Caldeira liegen noch vier kleine höchst regelmässige Crater.

130. [Seite 103.] Der nur westlich sich senkende Wall scheint sonst ringsum eine Höhe von 330^t im Mittel zu haben. Die Tiefe der Caldeira ist nach der Seehöhe der grösseren der drei Lagoas genommen, welche aber in Betreff ihrer Tiefe nicht sondirt wurden. Man hat hier also nur die Tiefe des Spiegels der Lagoa unter dem östlichen Wall-Pic.

131. [Seite 103.] Eine elliptische Caldeira, deren Grund sieben Hügel und eine Lagoa enthält. Die Tiefe gilt für den Gesammtunterschied zwischen dem ziemlich gleichförmig hohen Wall und der mittlern Seehöhe des Bodens vom Crater.

132. [Seite 103.] Monte Brazil, eine kleine Halbinsel an der Südküste von Terceira bildend. Die nicht gemessene Tiefe des Craters, auf dessen Grunde zwei runde Tümpel liegen, ist wahrscheinlich sehr unbedeutend, und geringer als 80^t.

133. [Seite 103.] Zwei grosse Caldeiren, eine in der Mitte, die andere östlich auf der Insel Terceira, habe ich wegen ihrer unregelmässigen Form und wegen des Mangels genügender Messungen nicht in Betracht gezogen. Die Caldeira de Santa Barbara liegt am Westrande; für die Seehöhe des Walles nahm ich die Höhe des südlichen Pics; wahrscheinlich ist die mittlere Höhe des Craterrandes kaum 500^t; sie umschliesst eine sehr unebene Tiefe, für deren Boden die Messungen fehlen.

134. [Seite 103.] Der regelmässig kreisförmige Wall umschliesst einen unebenen Kessel, auf dessen Grunde sich eine Lagoa befindet. Ihre Seehöhe ist unbekannt. Nur der südlich gestellte Pico Gorda gab für einen Punkt des Walles ein Maximum der Meereshöhe. Die mittlere Höhe des Craterrandes ist vielleicht kaum 400^t.

135. [Seite 103.] Naumanns Geognosie Bd. I. p. 86.

136. [Seite 103.] Die Höhen für den Tankuban-Prauw (Prahoe) sind wahrscheinlich dem Werke Junghuhns entnommen, ebenso die über

Digitized by Google

den Merapi. Der javanische Merapi ist nicht zu verwechseln mit dem 2033 t hohen Berapi auf Sumatra.

137. [Seite 103.] Mouna-Roa auf Havaï. Naumanns Geogn. Bd. I. p. 86, der den Durchmesser = ²/₃ Meilen, die Tiefe = 200 t (nach Douglas) angiebt. Strzelecki hat die Tiefe = 211 t angenommen. Auf der Expedition des Admirals Krusensterns maass Horner die Breite des Gipfels = 1900 t von der See aus. Ich habe für den Durchmesser des Craters selbst indessen nur 1800 t gesetzt.

138. [Seite 103.] Der Laacher See bei Andernach ist von Oeynhausen sehr genau vermessen worden. Was ich als Durchmesser des Craters angab, ist nur die ungefähre mittlere Breite der ehemaligen (1844) unregelmässig elliptisch begränzten Wasserfläche, deren grösste Tiefe etwa 30 Toisen beträgt. Der höchste benachbarte Punkt des Walles über dem See ist etwa 100 t, so dass ich hiernach die Tiefe = 130 t schätze, also vom Gipfel bis auf den Grund des Sees. So weit ich diese Gegend nach mehrmaligen Besuchen kenne, dürften, mit Ausnahme einer Strecke, ringsum die meisten Wallhöhen 60 bis 70 t betragen. Der benachbarte wasserleere mächtige Crater (Krufter Ofen) ist regelmässiger von einem Walle umgeben als der Laacher See, doch kann ich keine Zahlen für ihn mittheilen.

139. [Seite 103.] Die erste Zahl kann sehr unsicher sein. Ich habe sie so von Bonn aus gegen die Höhe des Drachenfels geschätzt; auch die andern beiden Zahlen sind beiläufige Schätzungen, die ich bei oftmaligen Besuchen dieses Craters versucht habe.

140. [Seite 103.] Naumanns Geogn. Bd. I. p. 86, nach Hoffmann.

141. [Seite 103.] Naumanns Geogn. Bd. I. p. 86, nach Hoffmann.

142. [Seite 103.] Angaben über die Tiefe des Vesuvcraters haben wenig Werth, wenn nicht die Zeit dabei angegeben wird; die Tiefe ist sehr veränderlich.

143. [Seite 103.] Pico Alto auf der azorischen Insel Pico; es ist der Hauptcrater zu verstehen, in welchem ein Eruptionskegel mit einem viel kleineren Crater sich erhebt; die Angaben sind der Seecharte vom *Hydrographic Office* entnommen, nach den Messungen von Vidal.

144. [Seite 103.] Naumanns Geogn. Bd. I. p. 86. Doch wähle ich die früher im Texte schon besprochene absolute Höhe des Pics von Teneriffa = 1910 Toisen.

145. [Seite 103.] Dimension und Seehöhe der Chahorra entnehme ich der englischen Seecharte. Die Tiefe im Mittel nach L. v. Buch und Deville.

146. [Seite 103.] Die Seehöhe des Aetna ist wahrscheinlich etwas, die Craterhöhe gewiss sehr veränderlich. Naumann giebt (Geogn. Bd. I. p. 86) die Tiefe nicht an. Nach Leonhards Vorlesungen setze ich diese = 325 Fuss = 54 Toisen (für 1830).

Digitized by Google

147. [Seite 103.] Naumanns Geogn. Bd. I. p. 86, nach Burkarts Messung.

148. [Seite 103.] Ebendaselbst. Leonhard giebt die Seehöhe = 2443 Toisen.

149. [Seite 103.] Naumanns (Geogn. Bd. I. p. 86) giebt für den Rucu-Pichincha eine Zahl, welche eher dem Cotopaxi oder dem Tolima zukommt. Nahe dieselbe falsche Zahl (17644 Par. Fuss = 2941 Toisen) hat Abich in seinem Werke: Geologische Beobachtungen über die vulkanischen Erscheinungen etc. p. 57. Gleich darauf folgt die richtige Zahl. Die richtige Höhe ist nach A. v. Humboldt (Kl. Schriften Bd. I. und Atlas Nr. 1) = 2490 t. In den Kl. Schriften Bd. I. finden sich umständlich die Messungen Humbotdts und die von Wisse, welcher Letztere tagelang im Schlunde von Rucu-Pichincha zugebracht hat, um die dort befindlichen zwei Crater ungleichen Alters näher zu untersuchen. Die Tiefe rechne ich vom höchsten Rande bis zum Grunde des westlichen Craters.

150. [Seite 103.] Naumanns Geogn. Bd. I. p. 86, nach v. Gerolts Messung. Vergl. Atlas zu Humboldts Kl. Schriften Tab. 8. Ich hätte gern noch den Cotopaxi und den Citlaltepetl (Pic d'Orizaba) in die Tabelle aufgenommen, wenn mir die Dimensionen ihrer Crater bekannt gewesen wären.

151. [Seite 109.] Es würde schwierig sein, eine auch nur annähernd vollständige Aufzählung aller Schriften zu geben, welche sich mit den Bewohnern der Himmelskörper befassen. Das ist auch von geringem Nutzen; das Meiste mag ungelesen bleiben, weil Viele über diese unsichern Dinge schrieben, die aller dazu erforderlichen Kenntnisse ermangelten. Auch die Alten wandten mitunter diesen überirdischen Speculationen ihre Aufmerksamkeit zu. Unter den Neuern sind, um nur an berühmte Namen zu erinnern, Kepler, Huygens und Fontenelle zu erwähnen. So schrieb Fontenelle Dialogen über die Mehrheit der Welten, und der gelehrte Jesuit Athanasius Kircher (der 1680 starb) sein *Iter ecstaticum*, in welchem eine ungezügelte Phantasie eben so kühne als absurde Resultate ans Tageslicht zieht. Auch der grosse Huygens hielt es nicht unter seiner Würde, in seinem *Cosmotheoros*, den er seinem Bruder zueignete, die Frage nach der Bewohnbarkeit der Himmelskörper einer sehr weitläufigen Untersuchung zu unterwerfen. Dieses, im lateinischen wie im deutschen Texte (ersteres 1698, 3 Jahre nach Huygens Tode im Haag gedruckt), bereits seltener gewordene Werk verdient immer noch gelegentlich einmal wieder durchgelesen zu werden, nicht, um Neues daraus zu lernen, sondern um den Ideengang eines tiefen Denkers, eines mathematischen Geistes, in dieser Richtung etwas genauer zu verfolgen. Huygens *Cosmotheoros* wurde im Jahre 1767 von einem Ungenannten ins Deutsche übersetzt; das Werk erschien (bei Orelli und Gessner in Zürich) unter dem Titel: „Herrn Christian Hügens Welt-„beschauer, oder vernünftige Muthmaassungen“ etc. etc.

Digitized by Google

152. [Seite 114.] Vergl. darüber noch Mädler, populäre Astronomie (Ausg. 1841) p. 124.

In einem Aufsatze des Prorectors Fischer etwas aus der transcendenten Astronomie (Bodes Jahrbuch für 1792 p. 222) sind viele hierhergehörige Ideen weiter entwickelt; namentlich wird ein Satz Gravesandes beleuchtet, nach welchem sich die Wahrscheinlichkeit der Existenz von Bewohnern der Planeten zur Gewissheit verhält, wie Eins zu der Zahl aller übrigen Endzwecke, zu welcher Gott die Planeten hat bestimmen können. Fischer bemerkt: „Es ist eine sehr richtige Vor„schrift der Logik, dass, wenn ich mehrere Fälle als gleich möglich er„kenne, die Wahrscheinlichkeit der Wirklichkeit irgend eines einzelnen „Falles, sich zur Gewissheit, wie Eins zu der Zahl aller möglichen Fälle „verhalten werde. Diese Regel aber setzt schlechterdings voraus, dass „ich alle möglichen Fälle kennen muss, und dies ist doch bei dem „Urtheile, auf welches er die Regel anwendet, ganz offenbar nicht der „Fall. Der einzige mögliche Endzweck von Bewohnbarkeit, den ich er„kenne, ist Dasein von Bewohnern; von andern Möglichkeiten habe ich „gar keinen Begriff, weiss gar nicht, und kann nicht wissen, ob dieses „die einzige Möglichkeit sei, oder od es deren noch eine, oder zwei, „oder unendlich viele gebe. Gravesande hätte also dem Schlusse höch„stens absolute Ungewissheit, völliges Schweben zwischen Wahrschein„lichkeit und Unwahrscheinlichkeit, aber nicht eine unendlich kleine „Wahrscheinlichkeit, d. h. die höchste Unwahrscheinlichkeit beilegen „können. . . . . Ueberdem scheint mir Gravesande den Gesichtspunkt „verrückt zu haben, aus welchem die ganze Materie von den Bewohnern „anderer Welten untersucht werden muss. Er sagt, das Dasein von wirk„lichen Bewohnern auf andern Welten schliessen wir aus ihrer Bewohn„barkeit; ihre Bewohnbarkeit aber aus ihrer Aehnlichkeit mit der Erde." — Fischer gelangt zuletzt zu demselben Resultat, welches wir im Texte berührt haben, dass (p. 228) die eigentliche Stärke des Schlusses, dass alle Welten bewohnte Körper seien, auf einem Gedanken beruhe, der entwickelt oder unentwickelt in jeder Menschenseele ruht, und bei tausend Schlüssen und Handlungen stillschweigend als Axiom zum Grunde gelegt wird, auf dem Satze nämlich, dass Organisation, Leben, Empfindung, Genuss, Geistesvollkommenheit, und wie die ganze Stufenfolge weiter heissen mag, die wir in dem einzigen Ausdrucke „belebte Natur" zusammendrängen, der Zweck alles Daseins, und dass die leblose Natur blos um der belebten Willen da sei. — In wie fern Fischer Recht hat. zu hoffen, diese und verwandte Sätze durch die tiefern Speculationen, die Kant über die Natur unserer Erkenntniss angestellt hat, bewiesen zu sehen, darüber vermag ich nicht zu entscheiden.

153. [Seite 116.] Die Polarflecke des Mars kannte Huygens noch nicht. (Vergl. Weltbeschauer p. 140.)

154. [Seite 117.] Nach Mädler (popul. Astron.) ist, wenn die Abplattung der Jupiterkugel = $^1/_{14}$ gesetzt wird, die Schwere an den

Digitized by Google

Polen = 2,822mal, am Aequator aber 2,177mal grösser als die an der Oberfläche der Erde.

155. [Seite 119.] Vergl. Mädler, pop. Astron. p. 208 ff.

156. [Seite 121.] Man wird es nicht zu genau nehmen wollen, wenn ich hier in einem Satze der fossilen Saurier und der Insekten gedenke, die doch sehr verschiedenen geologischen Epochen anzugehören scheinen, einige Fälle etwa ausgenommen, wenn man sich z. B. des Riesensalamanders und der zahlreichen vorweltlichen Insekten von Oeningen erinnert, von denen Heer einen grossen Theil so sorgfältig untersucht hat.

157. [Seite 122.] Für diejenigen meiner Freunde, welche sich dieses Aufsatzes etwa noch von Bonn her erinnern, bemerke ich, dass derselbe 1843 zuerst entworfen, 1850 umgearbeitet, und im Februar 1855 in diese Form gebracht wurde. — Um diese Schilderung richtig aufzufassen, namentlich aber, um einige ihrer paradox klingenden Stellen nicht falsch zu verstehen oder übertrieben zu finden, ist die Kenntniss aller im Texte besprochenen wesentlichen Gegenstände nicht zu entbehren. In der Selenographie nennen wir denjenigen Mondrand den östlichen, welcher, während der Mond im Süden steht (culminirt), gegen Osten gerichtet ist oder nach links liegt. In unserer Schilderung dagegen lassen wir die Sonne östlich auf- und westlich untergehen, wie auf der Erde. (Vergl. das hierüber im Abschnitte VII Gesagte, wo von dem Gradnetze der Mondkugel die Rede ist.)

158. [Seite 122.] Der Fläche nach gerechnet; welches aber bei Erde und Mond das Verhältniss sei, durch welches die Fähigkeit, Licht zu reflectiren, ausgedrückt wird, ist unbekannt.

159. [Seite 122.] Vom Monde aus gesehen, wird nur der Punkt auf der oceanischen Oberfläche der Erde sehr glänzend erscheinen können, in welchem das Bild der Sonne wiedergespiegelt wird. Im Uebrigen sieht man dort die Meere dunkel, sofern dieselben in ihren polaren Theilen nicht mit beschneiter Eisdecke überzogen sind. — Von der Oberfläche der Erde betrachtet, sehen wir meistens nur die beschattete untere Seite der Wolken; der grosse Glanz, den mitunter die Ränder der von der Sonne beleuchteten Wolken zeigen, ist Jedem bekannt, und man weiss, dass, von den Gipfeln hoher Berge betrachtet, die unten schwebenden Wolken im stärksten, fast blendenden Lichte glänzen.

160. [Seite 122.] Die Erde wird auf dem Monde sehr hell erscheinen, wenn gerade die drei Continente Europa, Asien und Afrika sichtbar sind; merklich lichtschwächer jedoch, wenn die Flächen des atlantischen und grossen Oceans den grössten Theil der Scheibe einnehmen.

161. [Seite 122.] Nämlich die Constellationen der Fixsterne. Auch die gegenseitige Lage zweier Planeten wird wohl eine Constellation genannt.

162. [Seite 123.] Die Drehungsaxe der Erde neigt sich gegen die Ecliptik etwa $66^{\circ}\,{}^{1}/_{2}$, die des Mondes aber $88^{\circ}\,{}^{1}/_{2}$. Die Lage der Weltpole der Erde und des Mondes ist also um 22° verschieden.

Digitized by Google

163. [Seite 123.] Weil die Erde sich in 24 Stunden um ihre Axe dreht, der Mond aber in 709 Stunden einmal um die seinige, d. h. in Bezug auf die Sonne.

164. [Seite 123.] Das Analogon des *Lumen secundarium*, welches wir an der Nachtseite des Mondes bemerken.

165. [Seite 123.] Ganz dunkle Nächte, abgesehen von dem Sternenlicht, hat nur die jenseitige Halbkugel des Mondes, wo die Erde nicht gesehen wird.

166. [Seite 123.] Hierüber darf man sich nicht wundern, da sehr bekannt ist, dass selbst unsere trübe nordische Atmosphäre gestattet, unsern eigenen Schatten und den von Häusern und Bäumen wahrzunehmen, wenn Venus in ihrem hellsten Lichte glänzt.

167. [Seite 123.] Ich fasse das Meteorphänomen so allgemein auf, nachdem die Beobachtungen über die telescopischen Meteore, über welche ich bei andern Gelegenheiten Bericht erstattet habe, mir die grossartige Verbreitung dieser Körper wahrscheinlich gemacht hatten.

168. [Seite 123.] Dieser Zusatz, „so weit er durch Thalschluchten erkannt wird“, ist nicht zu vermeiden; von einem Centralberge aus ist niemals der gewöhnliche Horizont zu sehen, weil die Bergkuppe selbst unter dem Niveau des Mondes liegt, und ein hohes Wallgebirg die Tiefe umschliesst. Der Zusatz wird später noch einmal wiederholt.

169. [Seite 124.] Diese sehr gewöhnliche Erscheinung sieht man bei jeder Beobachtung am Fernrohre, nur mit dem Unterschiede, dass der Astronom aus 50000 Meilen Entfernung die erleuchteten Berggipfel erst wahrnimmt, wenn sie seit $^1/_4$ oder $^1/_2$ Stunde schon erhellt waren. In unserer Schilderung wird vorausgesetzt, dass diese Berggipfel etwa 3—4 Meilen entfernt seien, und dass man ihre leuchtenden Stellen aus der Ferne am dunklen Himmel schon bemerkt, wenn sie auch erst wenige Quadratzolle Oberfläche haben.

170. [Seite 124.] Ich schreibe hier ganz nach dem Eindrucke, den mir die am 28. Juli 1851 zu Rastenburg beobachtete totale Sonnenfinsterniss gewährte.

171. [Seite 124.] Man muss sich erinnern, dass wir die ganze Umgebung deutlich erkennbar annahmen, als sie Nachts von der vollen Erde beleuchtet wurde. Dass der Himmel nicht blau erscheinen könne, ist schon im Texte erwähnt.

172. [Seite 125.] Alles abgeleitet nach unsern gewöhnlichsten Mondbeobachtungen am Fernrohre.

173. [Seite 125.] Diese Annahme ist sehr willkürlich, wie überhaupt Alles, was sich auf die Sichtbarkeit der Sterne während des Mond-Tages bezieht. Dass man dort sehr viele Sterne sieht, ist wohl gewiss; aber man kennt die Gränzen des Sehens nicht.

Digitized by Google

174. [Seite 125.] Weil auf dem Monde die Luft fehlt, so kann dort kein Schall entstehen.

175. [Seite 126.] Diese Annahme ist ebenfalls ganz willkürlich, aber nicht unbegründet, wie eine ähnliche der Art etwas früher. Man darf kein Gewicht darauf legen; ich schreibe so, wie ich es gegenwärtig mir vorstelle.

176. [Seite 126.] Diese Sichel umspannt nicht 180°, sondern um so weniger von der Peripherie, je schmäler sie wird, weil der Durchmesser der Erde viel grösser erscheint als der der Sonne.

177. [Seite 126.] Das kann auch bezweifelt werden; vielleicht bleiben die Berge, so wie sie vom Erdschatten bedeckt werden, in graurothen Umrissen um so deutlicher sichtbar, je näher sie sind.

178. [Seite 126.] Auf dem Monde sieht man die Sterne wohl nicht funkeln. Das Flackern (Scintilliren) der Sterne hat seinen Grund in der unablässig geänderten Refraction in der Atmosphäre. Ein Theil dieser Phänomene hängt mit der Interferenz des Lichtes zusammen.

179. [Seite 127.] Der Lichtring um die Erde wird zum grössten Theile von der Erdatmosphäre herrühren, und eben deshalb roth erscheinen: nicht weiss, wie die um den Mond liegende Corona während einer Totalfinsterniss für die Erde. Das rothe Licht jenes Nimbus ist gewiss die einzige Ursache von der lebhaften Röthe, in welcher wir den total verfinsterten Mond erblicken. Der Vergleich mit einer vom Nordlichte erhellten Schneelandschaft ist nicht unpassend. Im December 1840 sah ich einigemal die Umgegend meiner Vaterstadt Eutin in Holstein ganz carminroth beleuchtet, als ein grosses Nordlicht so starke Helligkeit über die Schneeflächen verbreitete, dass selbst das Mondlicht dagegen wirkungslos zu sein schien.

180. [Seite 127.] Das können wir von unsern totalen Sonnenfinsternissen nicht rühmen; man sieht überhaupt nur einige der grössern Planeten und Fixsterne. Als ich (28. Juli 1851) so eben den letzten Punkt des Sonnenrandes erlöschen sah, erkannte ich, wenige Secunden nach dem Anfange der Totalität, die Planeten Mercur und Venus hellglänzend zu beiden Seiten des von der Corona umgebenen Mondes.

181- [Seite 127.] Diese Bemerkung stützt sich auf das jedesmalige Eintreten des blauen Lichtes am Ende totaler Mondfinsternisse.

182. [Seite 127.] Ein Beobachter auf dem Monde wird den Nimbus um die Erde vielleicht eine oder zwei Stunden vor und nach der Mitte der Finsterniss bemerken; wahrscheinlich in jeder Partialfinsterniss, und vielleicht in jeder Conjunction, wenn sichelförmig die Erde einige Grade nördlich oder südlich von der Sonne entfernt bleibt.

Digitized by Google

Erklärung zu Tafel I.

(Titelkupfer.)

Darstellung einer craterreichen Mondlandschaft um Tycho bei schräger Beleuchtung, kurz vor dem Untergange der Sonne.

1. Die Wallebene Clavius.
2. Die Wallebene Maginus.
3. Der Crater Tycho.
4. Die Wallebene Longomontanus.

a b Die Richtung der Lichtgränze.

Diese Schattenlandschaft wurde am 17. Sept. 1843 auf der Hamburger Sternwarte gezeichnet; in der hier gegebenen Lage entspricht sie dem Anblicke am umkehrenden astronomischen Oculare. Es wurde nur beabsichtigt, den Schattenwurf getreu darzustellen; die Kürze der Zeit gestattete nicht, auch nur den kleineren Theil der untergeordneten Gebirgsglieder mit abzuzeichnen.

Erklärung zu Tafel II.

(Seite 25.)

Darstellung der östlichen Gebirgsgränze des Mare Serenitatis, oder des Caucasus-Gebirges bei untergehender Sonne.

A. Das Mare Serenitatis.
B. Der südliche Theil des Caucasus.
C. Der nördliche Theil des Caucasus.
α. Der höchste Caucasus-Berg, Calippus α; Höhe = 2980 Toisen.
D. Crater Theaetetus.
E. Das Ringgebirg Cassini.
a b Die Richtung der Lichtgränze.

Nach einer Beobachtung auf der Hamburger Sternwarte am 17. August 1843 an einem, die Bilder umkehrenden grössern astronomischen Fernrohre. Wegen der Kürze der Zeit war es nicht möglich, alle kleinen Berge mit zu verzeichnen; es wurde nur beabsichtigt, den Schattenwurf des Caucasus möglichst getreu aufzufassen.

Druck von C. E. Elbert in Leipzig.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google